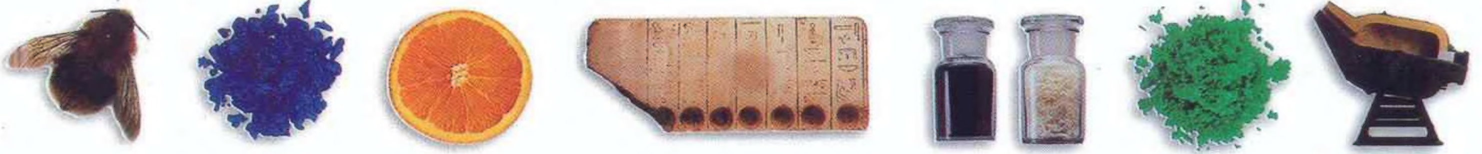
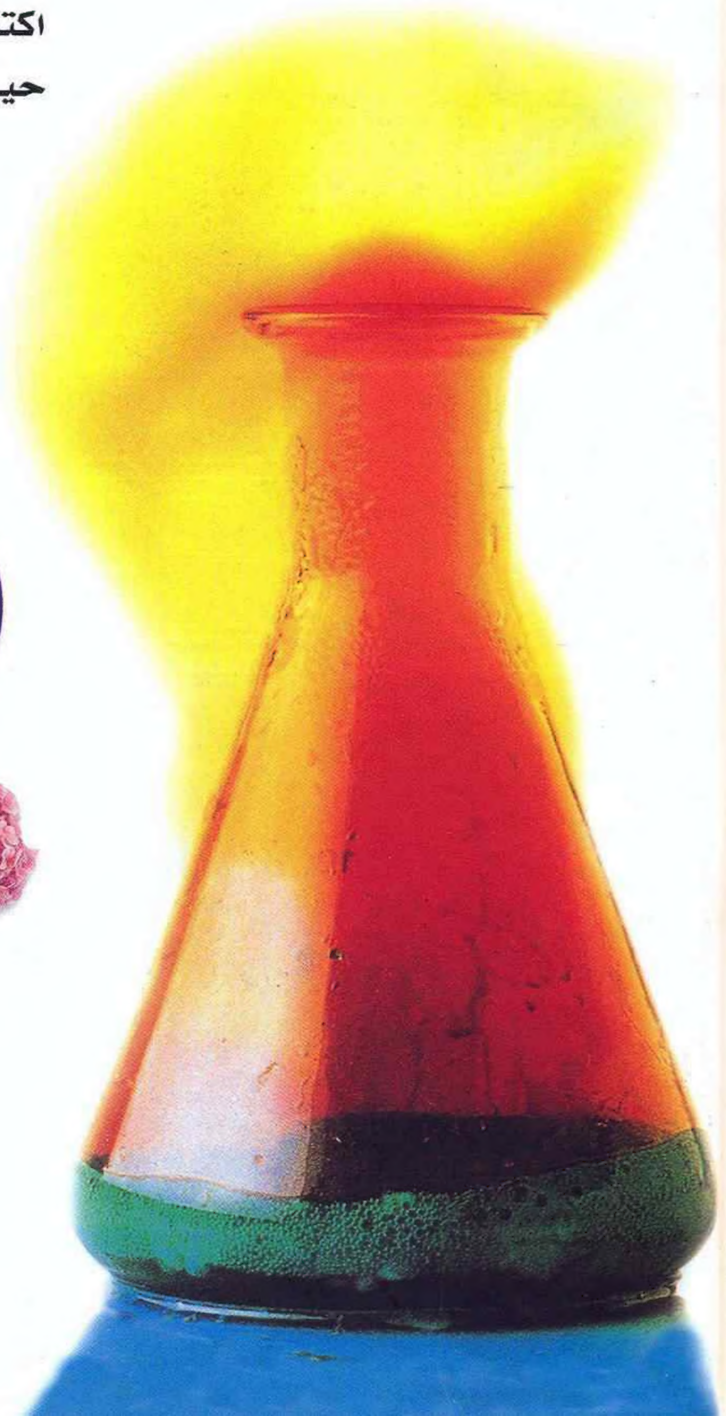
DK مشاهـدات علميـة



الكيمياء

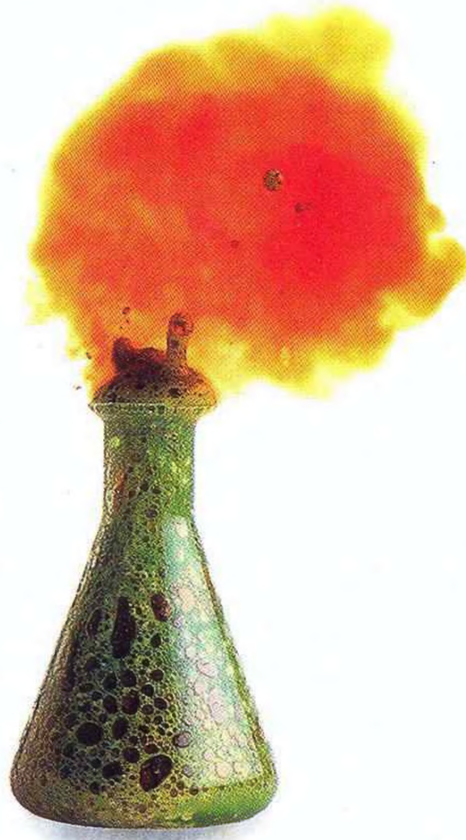
اكتشف التأثير العجيب للكيمياء على كل جوانب
حياتنا، وسر أهميتها البالغة لمستقبل البشرية





مشاهدات علمية

الكيمياء

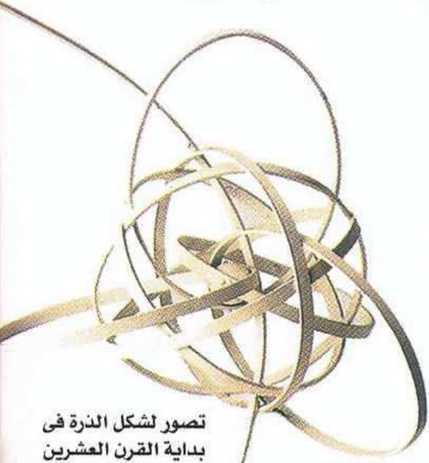




يستخدم جل السليكا فى وعاء التجفيف
لإزالة الرطوبة



نموذج للتركيب
الجزيئى لحمض
الطرطريك (1914)



تصور لشكل الذرة فى
بداية القرن العشرين

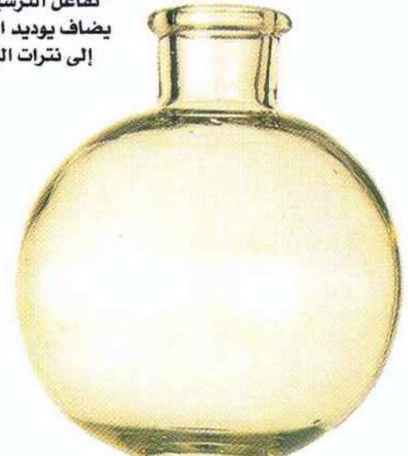




استُخدم الزعفران والكركم لتلوين
الأطعمة والأقمشة منذ القدم

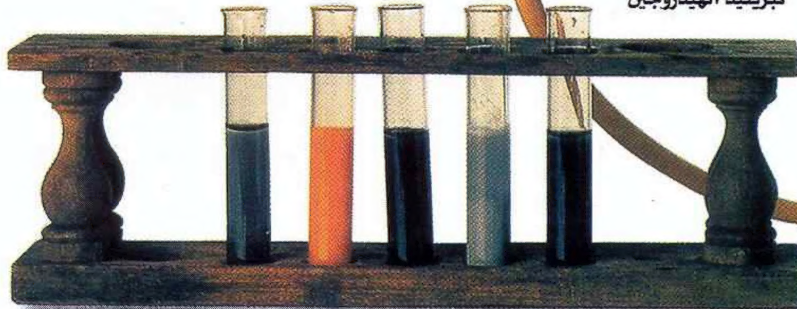


تفاعل الترسيب حيث
يضاف يوديد البوتاسيوم
إلى نترات الرصاص





جهاز كيب لتحضير
كبريتيد الهيدروجين



رواسب لمواد مع
كبريتيد الهيدروجين

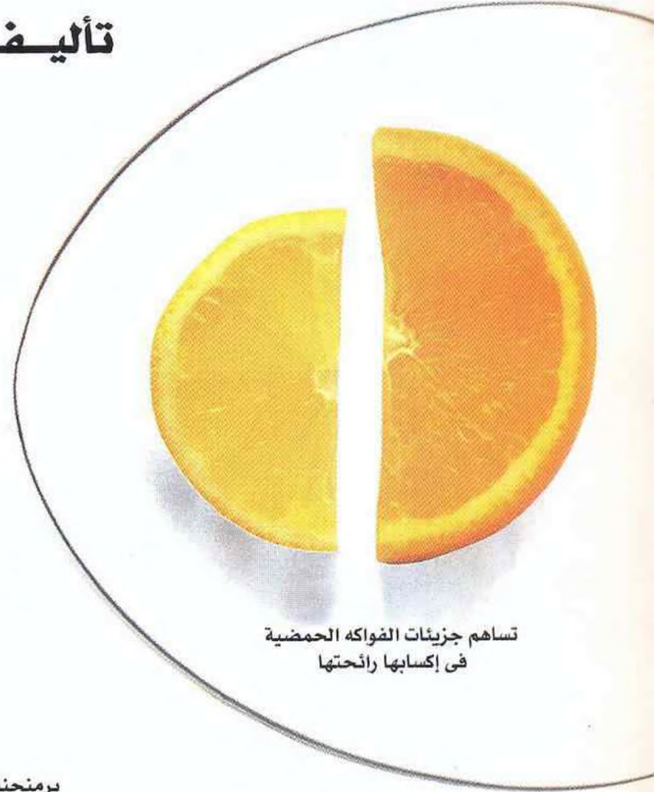

البروم: أحد العناصر اللافلزية


من الممكن أن يلطف مرهم قلوى من أثر الحمض الذى يوجد فى لدغة النحلة

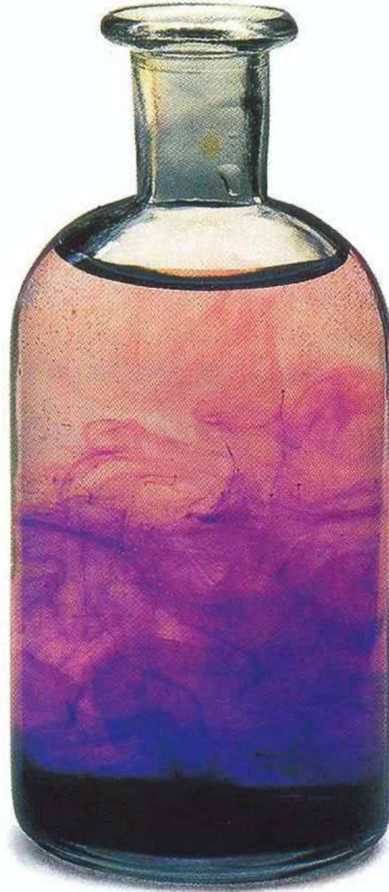
مشاهدات علمية

الكيمياء

تأليف: د. آن نيومارك


تساهم جزيئات الفواكه الحمضية فى إكسابها رائحتها


قط مصرى محنط


برمنجنات البوتاسيوم أثناء ذوبانها فى الماء



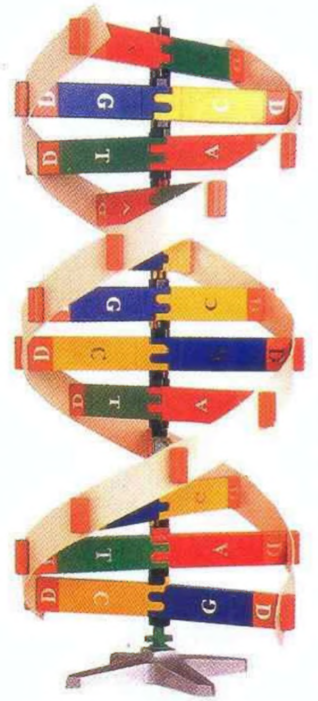
ملحان فلزيان مشتقان من عنصر النحاس





مفصل اصطناعى للورك من البلاستيك للجراحة التعويضية

عينات أولية من ألياف الحرير الصناعى



نموذج مبسط للحمض النووى الريبى منقوص الأكسجين (دى. إن. إيه)

اسم السلسلة: مشاهدات علمية

العنوان: الكيمياء

تأليف: د. آن نيومارك

ترجمة: أ.د. ليلى سعدو بالومال

كلية العلوم - جامعة القاهرة

إشراف عام: داليا محمد إبراهيم



'A Dorling Kindersley Book'
www.dk.com
Original Title :Eyewitness Guides: Chemistry

Published by arrangement with Dorling Kindersley Limited,
80 Strand, London WC2R0RL.

ترجمة كتاب Chemistry
تصدرها شركة نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع
بترخيص من DK

ميكروسكوب جوزيف بريستلى (1767)



إيديومتر زجاجى لقياس نقاء الهواء (حوالى 1820)



الترقيم الدولى: 4-3946-14-977   رقم الإيداع: 2007/16010   الطبعة 1 : يوليو 2007

الإدارة العامة:
21 شارع أحمد عرابى - المهندسين - الجيزة
تليفون: 33466434 - 33472864 02
فاكس: 33462576 02

المركز الرئيسى:
80 المنطقة الصناعية الرابعة - مدينة 6 أكتوبر
تليفون: 38330287 - 38330289 02
فاكس: 38330296 02

مركز التوزيع:
18 شارع كامل صدقى - الفجالة - القاهرة
تليفون: 25909827 - 25908895 02
فاكس: 25903395 02

فرع الإسكندرية:
408 طريق الحرية - رشدى
تليفون: 5462090 03

فرع المنصورة:
13 شارع المستشفى الدولى التخصصى - متفرع من شارع عبد السلام عارف - مدينة السلام
تليفون: 2221866 050

Website: www.nahdetmisr.com   E-mail: publishing@nahdetmisr.com — customerservice@nahdetmisr.com

المحتويات



تفاعل إزاحة يحل فيه النحاس محل الفضة من محلول أملاح الفضة

ما الكيمياء؟

علم الكيمياء هو علم التغير . فهو يتناول كل الأنواع المختلفة للمواد وكيف يتفاعل بعضها مع بعض. وتتم هذه التفاعلات حولنا فى كل الأوقات (ص 8-9) وكذلك تجرى التفاعلات الكيميائية فى المعامل العلمية، وفى مجال الصناعات الكيميائية. ويستخدم البشر الكيمياء فى شتى مناحى الحياة يوميًا - الطبيب والطاهى والفلاح وعامل البناء. تساهم الكيمياء فى مساعدة شركات تصنيع الأغذية وكذلك المشروبات. ويستعين فنى المعمل فى المستشفى بالكيمياء؛ للبحث عن الأمراض فى عينات الدم (ص60-61). ويُستخدم عالم الطب الشرعى الكيمياء لحل لغز الجرائم (ص42-43). وفى مجال الزراعة تُستخدم الكيمياء لزيادة إنتاجية المحاصيل ولمكافحة العديد من الآفات (ص62-63). وتحافظ المواد الكيميائية على سلامة إمدادات الماء وعلى نظافة حمامات السباحة، وتُعد صناعة البتروكيماويات من أكبر الصناعات فى العالم، وتقترن هذه الصناعة أساسًا بالبنزين والكيماويات التى تُشتق من النفط الخام (ص62-63). وتُنتج الأدوية والأصباغ الصناعية والبلاستيك والمنسوجات بطرق كيميائية من المواد الخام الموجودة فى الطبيعة.

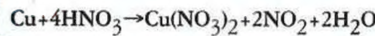


قالب الجص
الجبس شكل من أشكال كبريتات الكالسيوم المحتوى على بعض الماء فى تركيبه. فإذا تعرض للتسخين فقد 75٪ من هذا الماء مما ينتج مسحوقًا من جص باريس الذى يُستخدم فى هذا الشكل لتصحيح عيب فى العمود الفقرى.

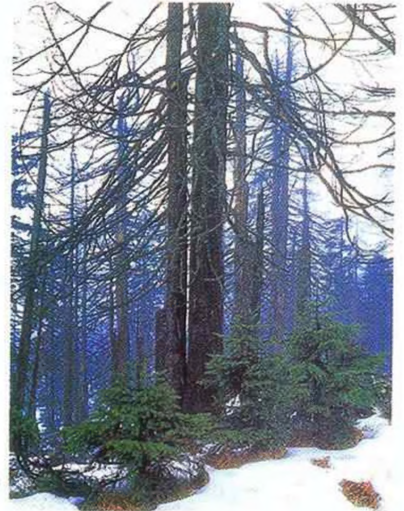
إن غاز ثانى أكسيد النيتروجين (NO_2) هو غاز ملوث ينتج من أبخرة عوادم محركات السيارات

تتكون نترات النحاس الزرقاء ($Cu(NO_3)_2$) فى المحلول

مفهومنا عن الكيمياء
ترتبط النظرة الشائعة للكيمياء بأنابيب اختبار وروائح غريبة وأخلطة سيئة المظهر موجودة فى المعامل. ويدرس علماء الكيمياء التفاعلات الكيميائية التى تحدث عند مزج المواد معًا لتكون مواد جديدة. وفى التفاعل المبين يُضاف حمض النيتريك إلى فلز النحاس. وينتج الغاز بنى اللون (ثانى أكسيد النيتروجين المسبب للتلوث) بسرعة شديدة حتى إنه يدفع السائل للفوران؛ فينسكب. وقد ابتكر علماء الكيمياء لغة لوصف التفاعلات الكيميائية باستخدام رموز ومعادلات متعارف عليها دوليًا.
ويمكن كتابة هذا التفاعل على الصورة التالية:



$$Cu+4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2+2NO_2+2H_2O$$



غابة الأمطار الحمضية
تعرضت أشجار الصنوبر هذه فى بولندا للتلف الشديد من جراء الأمطار الحمضية التى تنتج عن الغازات التى تطلقها المصانع مثل غاز ثانى أكسيد الكبريت. وعندما تتفاعل هذه الغازات مع الرطوبة الموجودة فى الجو تكون أحماضًا مخففة ويمكن أن تحمل الرياح هذه الملوثات لبعض المسافات قبل أن تطلقها فى الأمطار التى تلحق الضرر بالنباتات والبحيرات.

وينتج الماء H_2O أيضًا فى التفاعل

الكيماويات ككاشفات

يُمتص الكحول فى الدم، ومنه ينتقل إلى الهواء الذى يطرد أثناء الزفير، ويحتوى جهاز تحليل النفس المبين الذى يعمل بالنفخ فى الكيس على مادة كيميائية صفراء فى قطعة الفم تتحول إلى اللون الأخضر عندما تتفاعل مع الكحول الموجود فى النفس؛ مما يتيح للشرطة التأكد من مستويات الكحول فى دم السائق الذى قد يقود سيارته مخمورًا بما يشكل خطورة على الآخرين.

بدائل الغـذاء



تستخدم الكيمياء بتوسع فى الصناعات الغذائية لتصنيع أغذية جديدة مناسبة وللكشف عن وجود شوائب (ص 60–61). ويُعرف الزبد بأنه من الدهون المشبعة بينما تشكل معظم الزيوت النباتية التى توجد عادة فى الحالة السائلة دهونًا متعددة عديمة التشبع. ويمكن تحويلها إلى الحالة الصلبة مثل المرجرين عن طريق عملية كيميائية تسمى الهدرجة – أى إضافة الهيدروجين للزيوت باستخدام عامل مساعد (ص 36–37) مثل النيكل. وعملية الهدرجة تجعل الزيت أكثر شبهًا بالزبد وأكثر سهولة عند فرشه على الخبز. وقد صُنع المرجرين لأول مرة فى ستينيات القرن التاسع عشر فى فرنسا كبديل رخيص للزبد.



ممارسة قديمة



إن التقطير فن عتيق. وهو عبارة عن أسلوب لفصل مكونات خليط ما (ص14، 15) من خلال الغلى والتكثيف. ويمكن استخدامه فى تحضير الزيوت العطرية ذات الاستخدام الطبى.

تقطير المخاليط



الصمام

يتصاعد البخار خلال العنق

المقطر النُحاسى حيث يُسخن الخليط

يحيط القرميد بهيكل الفرن

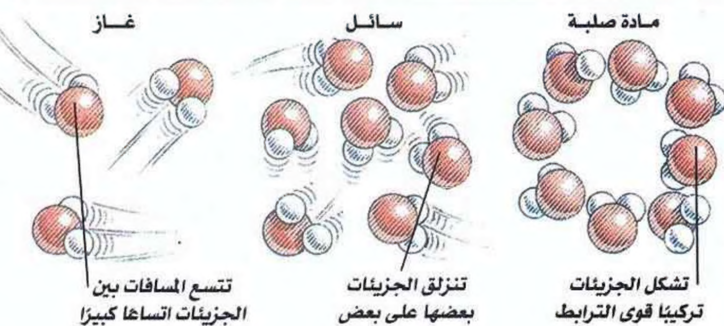
صنبور للتخلص من البقايا

باب الفرن

تم تطوير أنواع كثيرة ومختلفة من التقطير من أجل تقطير المخاليط. وعند تسخين الخليط فإن المواد ذات درجات الغليان الأقل تتبخر أولاً. ثم يبرد البخار المحتوى على نسبة أكبر من الكحول فى المكثف بينما تتخلف البقايا.

مطفأة الحريق

يؤدى التفاعل الكيميائى إلى اندفاع محلول مائى خارج فوهة مطفأة الحريق المبينة. وينبغى الحفاظ على المادتين المتفاعلتين – حمض وقاعدة – (ص 42–43) منفصلتين حتى تظهر الحاجة لاستخدام المطفأة. وعندما تختلط المادتان معًا ينتج غاز ثانى أكسيد الكربون مما يدفع الماء خارج الأسطوانة.

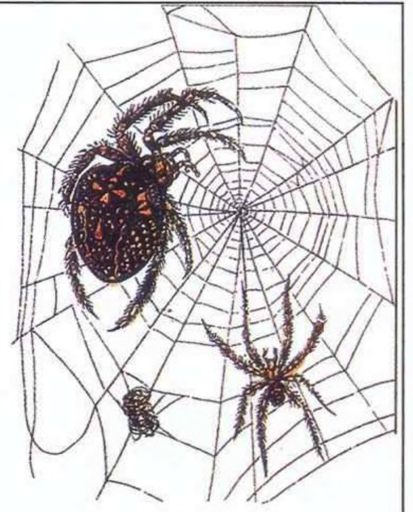


كيميائى أم فيزيائى؟

ليست كل التغيرات كيميائية. فعندما ينصهر الجليد ليكون الماء أو عندما يغلى الماء ليكون البخار لا يحدث تغير كيميائى ولكن الحالة الفيزيائية هى التى تتغير. ويختلف سلوك الوحدات الفردية (الجزيئات ص 16–17) فى كل حالة من الحالتين. ويشكل التجاذب بين الجزيئات تركيبًا قوى الترابط فى المادة الصلبة. وتقل قوة الترابط هذه فى المادة السائلة نظرًا لانزلاق الجزيئات فوق بعضها البعض. وتسبب الحرارة انطلاق الجزيئات فتقفز ويصطدم بعضها ببعض فى الغاز.

الكيمياء فى الطبيعة

لطالما كان التغير الكيميائى جزءًا من الكون حتى قبل وجود الإنسان، وبالفعل يعتقد بعض العلماء أن الحياة قد بدأت على الأرض نتيجة لتكاثر بعض الكيماويات المعقدة عبر مليارات السنين. والكيمياء من العلوم الطبيعية، وهى تقع فيما بين علوم الحياة؛ إذ تساعد على تفسير العديد من العمليات الحيوية (ص50–51) وقوانين الفيزياء التى تشمل المادة والطاقة. وتحدث العمليات الكيميائية باستمرار داخلنا – فعندما تتحرك أجسامنا تحدث سلسلة من التفاعلات الكيميائية؛ لكى تعطى العضلات الطاقة المستمدة من الغذاء. وتستخدم أنواع عديدة من الحيوانات الكيمياء للدفاع عن أنفسها ولقتل فرائسها ولبناء تركيبات هشة وإن كانت ذات قوة مذهلة. وقد أدت طرق التحليل الكيميائى الحديثة إلى فهم أعمق لكيمياء الطبيعة بحيث يمكن التعرف على المركبات الكيميائية (ص 20–21) التى تنتج لون وطعم ورائحة زهرة ما أو فاكهة ما.



أقوى من الفولاذ

تصنع حشرة عنكبوت الحديقة المبينة شبكتها من خيوط حريرية رقيقة من البروتين. ومن المثير للدهشة أن خيط البروتين هذا أقوى من خيط من الصلب يماثله فى السمك. ويستطيع العنكبوت أن يغير صفات الخيط ـ فهناك الخيوط الجافة المتماسكة من أجل البرمق (شعاع الدولاب) وخيوط أخرى لزجة لاصطياد الفريسة.



فلفل أحمر حار



الكيماويات السامة

يقوم هذا الثعبان بحقن فريسته بالسم من خلال أنياب أو أسنان مجوفة. وينتج هذا السم فى غدد خاصة تقع خلف الفم وهو عبارة عن بروتين يهاجم الدورة الدموية للضحية مسببًا التورم والنزيف. وسم الثعبان لا يكون سامًّا عند بلعه؛ لأن الجهاز الهضمى يستطيع أن يكسر البروتينات.

أفعى السنان

الإحساس بالحرقة

ينتج إحساس الحرقة الذى ينتاب من يأكل الفلفل الحار عن المركب العضوى الكبسيسين؛ مما يساعد على الهضم عن طريق إطلاق إنتاج اللعاب. ويساعد أيضًا على التخلص من فضلات الجسم. ويوجد الكبسيسين أيضًا فى تابل البابريكا (الفلفل الحلو).

الروائح الكيميائية

ينتج طعم الفواكه وروائحها عن أخلطة من عدد كبير من المركبات العضوية. وتنتج رائحة توت العليق المقطوف لتوه جزئيًا عن كيتون (نوع من المركبات العضوية) يطلق عليه اسم أيونون. ويوجد هذا الكيتون نفسه فى الحشيش المجزوز حديثًا مما يفسر تشابه الرائحتين. ويستخدم الأيونون لإضفاء رائحة شبيهة برائحة توت العليق على الأطعمة مثل زبادى التوت الأحمر ذى النكهة الصناعية. ويحتوى الزيت الأساسى المشتق من زهور البنفسج أيضًا على مركب الأيونون الذى يُنتج صناعيًّا لكى يُستخدم للحصول على النكهات.



جز الحشيش



توت العليق



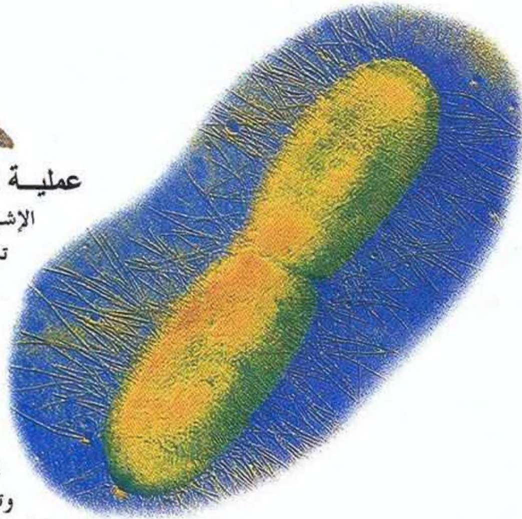
أوراق نبات القراص أيضًا تحدث اللسع

يحتوى الشوك أيضًا على حمض النمليك

نبات القراص

الكيماويات المؤلمة

يمكن أن تتسبب الأشواك الدقيقة الواقعة على ساق نبات القراص وأوراقه فى لسعة عندما تلمس جلد الإنسان. وأحد المركبات المسئولة عن ذلك هو حمض النمليك وهو أصغر الأحماض العضوية وأكثرها حمضيةً (ص42–43). ويمكن أن يُلطف لسع نبات القراص بدهن الجلد بمادة قلوية (ص42–43) كما فى حالة لسع النحل. ويوجد حمض النمليك أيضًا فى النمل اللاسع، ويحقن النمل ضحيته بسم يحتوى على حمض الفورميك.



عمليـة الهضـم

الإشريكية القولونية (إشيريشياكولاى) عبارة عن بكتيريا تسكن فى أمعائنا . وتستطيع أن تحلل بعض الأطعمة التى نأكلها مثل الخضراوات الخضراء والبقول إلى عناصر غذائية مختلفة. وأثناء العملية الكيميائية تنطلق الغازات مما يتسبب فى حدوث التطبل (امتلاء المعدة بالغازات) بعد وجبة من البقول، كما تنتج هذه البكتيريا أيضًا فيتامين (ك) الذى يحتاجه الجسم لكى يجعل الدم يتجلط، وتتسبب هذه البكتيريا فى المرض فقط فى حالة ما إذا دخلت فى مجرى الدم، أما فى الأمعاء فهى غير ضارة.



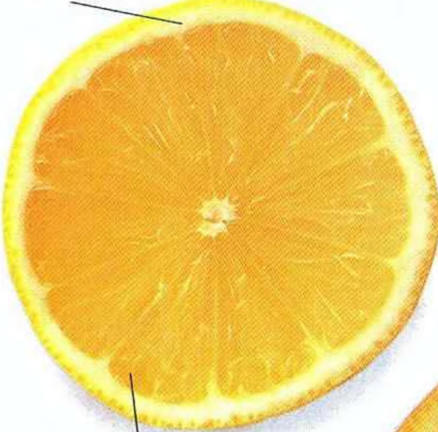
رواسب الحجر الجيرى تحت الأرض

تتكون الأحجار الجيرية بالدرجة الأولى من كربونات الكالسيوم الناشئة عن القواقع وهياكل بعض أنواع الحيوانات الصدفية. وعندما تنفذ مياه المطر خلال الصخور فإنها تذيب كميات قليلة من كربونات الكالسيوم. وعندما تتكون الكهوف تحت الأرض يرشح الماء من خلال أسقفها فيتبخر بعضه مرسبًا الكربونات الصلبة على السطح. وعبر آلاف السنين تنمو الرواسب لتصبح هابطًا مثل الهوابط الواقعة فى كهوف ولاية فلوريدا الأمريكية.

تحاكى تغيرات القتامين فى الجلد ألوان فرع الشجرة

التمويـه الكيميـائـى

تستطيع الحرباء مثلها مثل الأخطبوط والحبار والصبيدج أن تغير لون جلدها؛ لكى تتخفى من فريستها. والمركب الكيميائى الرئيسى المسئول عن ذلك هو القتامين الذى يساعد أيضًا على اسمرار الجلد البشرى عند تعرضه للشمس. ويمكن أن تنشط خلايا الحرباء المنتجة للقتامين عن طريق الخوف أو الغضب وعندئذ تنتشر حبيبات القتامين فتنتج ألوانًا تمتد من الأصفر إلى البنى والأسود، وتحجب لون الحرباء الطبيعى. وعندما يتجمع القتامين مرةً أخرى يعود للحرباء لونها الأخضر الأصلى وتستطيع بعض الحَرَابِى أن تغير لون جلدها إلى الأزرق والأحمر الساطع.



يحتوى القشر على الزيوت العطرية

يستخرج حمض الستريك من الليمون لكى يضفى النكهة على شراب الليمونادة



يعطى الكاروتين اللون البرتقالى

تنشأ نكهة البرتقال من مئات المركبات

البرتقـال والليمـون

تنتج رائحة الليمون جزيئًا عن الليمونين وهو زيت أساسى فى قشره، وتعطى هذه المجموعة من المركبات العضوية اللون والرائحة للعديد من النباتات. ولتركيب الليمونين صورة مرآوية (ص 48) توجد فى قشر البرتقال . وتحتوى كل الحمضيات على حمض الستريك (ص43،42) مما يضفى عليها الطعم اللاذع، وهناك تركيز أكبر لحمض الستريك فى الليمون عنه فى البرتقال.

الكيمياء فى العوالم القديمة

مارست الشعوب القديمة الكيمياء للمرة الأولى بعد أن تعلموا استخدام النار. وبمجرد أن استطاعوا أن يسيطروا على النار بدأ الناس فى طبخ طعامهم وإعداد الطين لصنع الآنية الفخارية. وأدى بهم الفضول الطبيعى لمعرفة معلومات عن المواد إلى التجريب؛ فصهروا المعادن الخام للحصول على الفلزات، وعندما تأسست الجماعات البشرية اكتشف الناس أنه من الممكن أن تستخدم مواد معينة لأغراض خاصة. فقد استخدمت الخمائر لتحضير الجعة والخمور والخبز، وتم حفظ الأغذية عن طريق التمليح أو التدخين. واستخدمت عصارات من النباتات لصبغ الثياب، ووفر لحاء الشجر مواد لدبغ الجلود وصنعت مستحضرات التجميل من الصبغات والمواد الملونة. وقد استخدم الزجاج فى أول الأمر كطلاء لتلميع الخرز أو الآنية الفخارية ثم أصبح ينفخ لصنع أشكال مختلفة بحلول عام 100 قبل الميلاد. وقد حنَّط قدماء المصريين أمواتهم باستخدام المستحضرات الكيميائية . وقد كان للصينيين باع طويل فى الحرف الكيميائية. ولعل طلاء اللاك (اللاكيه) هو أقدم مادة بلاستيكية صناعية، وقد كان يستخدم فى الصين فى إطار صناعة منظمة منذ عام 1300 قبل الميلاد. وقد كانت صناعة الورق والبارود من الاكتشافات الصينية.



الرسم على الوجه

كثيرًا ما استخدم الناس الألوان لتزيين أنفسهم وممتلكاتهم. وقد استخدم هذا المواطن الهندى الأمريكى الألوان لإضفاء هيئة الحرب على وجهه وتخويف الأعداء وإظهار مكانته.



زخرفة من *الرصاص الأحمر*



زعفران من زهرة الزعفران



صبغة النيلة المستخلصة من أوراق نبات الأنديجوفيرا



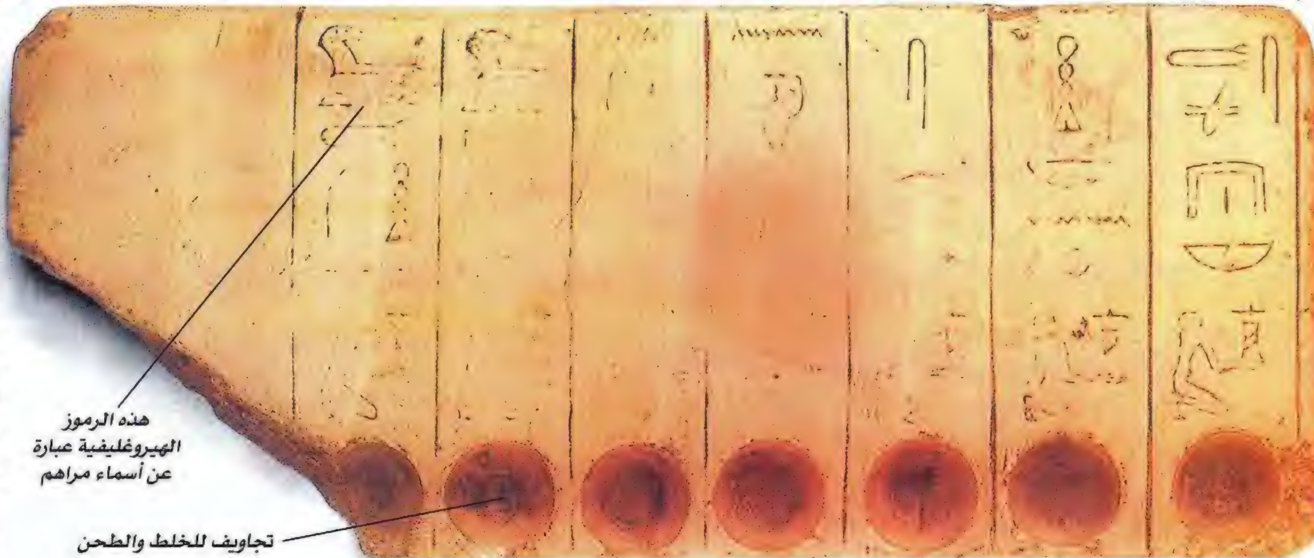
كركم

الصبغات ومواد الصبغ

تلتصق الصبغات العضوية ـ مثل نبات الفوة والوسمة والنيلة ـ كيميائيًا بالمنسوجات. ويعالج القماش أحيانًا بمادة كيميائية «لتثبيت» اللون ـ تعرف باسم المرسخ. وقد كانت الشبة (ص13،12) من أوائل المرسخات. وهناك أسلوب آخر للتلوين وهو استخدام الخضب أو الصبغ. ويمكننا الحصول على العديد منها من المعادن التى تطحن على هيئة مساحيق دقيقة لكى تستخدم فى مستحضرات التجميل والدهانات والأحبار.

العطر الإغريقى

الطين مادة يسهل تشكيلها، وعندما يُجفف ويُخبز يفقد الماء وتحدث له تغيرات كيميائية ويُنتج الخزف. وقد زينت قنينة العطر المبينة باستخدام الأصباغ مثل الرصاص الأحمر وهو عبارة عن أكسيد الرصاص (ص 25،24). وكانت العطور تُصنع من زيوت مستخلصة من الزهور والتوابل عن طريق تسخينها تسخينًا معتدلاً فى زيوت مثل زيت الزيتون.



هذه الرموز الهيروغليفية عبارة عن أسماء مراهم

تجاويف للخلط والطحن

لوح المرهم

يرجع تاريخ لوح المرهم المصرى المصنوع من المرمر المبين إلى حوالى عام 2000 قبل الميلاد. ويميز كل تجويف من التجاويف السبعة اسم مرهم تجميل معين. وكانت تُطحن الصبغات والخضاب على هيئة مساحيق دقيقة، ثم تُخلط بالزيت والعسل أو الصمغ للحصول على القوام المناسب. وقد اشتُهر المصريون أيضًا باستخدامهم للعقاقير. وعلى سبيل المثال كانوا يستخدمون السنامكى وزيت الخروع كملينات.

تصنيـــع الزجـــاج

ربما تم تصنيع الزجاج لأول مرة فى مصر حوالى عام 3000 قبل الميلاد عن طريق صهر الرمل والصودا معًا – لتخفيض درجة الانصهار – ومعهما الجير الذى عمل كمثبت، وبإضافة أكاسيد فلزات معينة للخليط نتج الزجاج الملون. وعلى سبيل المثال، يمكن الحصول على الزجاج الأزرق بإضافة أكسيد النحاس. وقد صُنعت العديد من الأوانى المنزلية من الزجاج فى العصور الرومانية. وقد وُجدت هذه القنينة الزجاجية فى مقبرة رومانية، ويعزى غشاء العنق اللؤلئى إلى تبلور الزجاج مع مرور الزمن. ولم تتغير مواد تصنيع الزجاج الآن عما كانت عليه منذ الأزمنة القديمة إلا قليلاً (ص44، 45).

غشاء العنق



تصنيـــع الجلـــود

كانت جلود الحيوانات تشكل مواد قيمة بالنسبة للقدماء، ولكن الجلد الخام يصبح قاسيًا عندما يجف. والدبغ هى عملية تزويد الجلد بمواد تحافظ عليه بحيث يبقى مرنًا بعد جفافه. وبعد تنظيفه ونقعه يُعالج بمستخلصات من لحاء الشجر والخشب وورق الشجر تحتوى على خليط من الأحماض الخاصة التى تُسمى أحماض التنيك التى تتفاعل مع البروتين الذى يُكوّن الجلد. وبعد تجفيفها كانت الجلود تستخدم لجميع الأغراض، على سبيل المثال حاملات للماء وأطقم للخيل وأحذية.

الرمـــح السودانـــى الحديـــدى

يرجع هذا الرمح الشائك المصنع فى السودان بإفريقيا إلى ثلاثينيات القرن العشرين غير أنه قد أُنتج بالأسلوب نفسه لتصنيع الرماح قبل ألفى سنة. وقد كان استخلاص الحديد من خاماته أصعب من استخلاص النحاس أو القصدير نظرًا لارتفاع درجة انصهار الحديد بالنسبة للأفران القديمة. وكان ينبغى أن تسخن المادة الخام حتى درجة الاحمرار وتُعالج مرةً بعد مرة للتخلص من الشوائب. وكان الكربون يُضاف فى شكل الفحم إلى المادة الخام لتحسين خواص المعدن بما يجعله أكثر قابلية للشحذ بحيث يكون له حد قاطع جيد.

قنينة زجاجية رومانية

القـط المـُحـنـط

أدى اعتقاد قدماء المصريين بوجود حياة بعد الموت إلى حفظهم أجساد موتاهم. وكثيرًا ما كانوا يحنطون الحيوانات التى كانوا يعبدونها، وتعود هذه المومياء إلى حوالى عام 1000 قبل الميلاد. وكان الجسم يغطى فى البداية بالنطرون الجاف. وهى مادة كيميائية توجد فى الطبيعة وتتكون فى الأساس من صودا الغسيل. تعمل هذه المادة على امتصاص الماء من الجسم فتحفظه، وبعد أربعين يومًا كان الجسم يُنظف ويُدهن بالراتينجات العطرية ثم يُلف بقطع طويلة من الكتان.

طليت قسمات الوجه بالكحل وهو خضاب أسود يستمد من الأنتيمون (ص 12)

قطع طويلة من الكتان نسجت من خيوط الكتان

قطع مستطيلة مصبوغة

الحد القاطع

سطح طُرق أثناء تصنيعه

شوكة

قصبة الرمح



المصريـــون وتشكيـل المعـــادن

يستخدم عمال المشغولات المعدنية المبينون فى اللوحة أنابيب النفخ حتى تصبح النار بدرجة السخونة الكافية لصهر المعادن. وقد اُستخدم الذهب والفضة على نطاق واسع لصنع الحلى. ولكن كان هناك تفضيل للبرونز ـ وهو عبارة عن سبيكة من النحاس والقصدير ـ فى تصنيع الأغراض الأخرى؛ وذلك لسهولة تصنيعه وتشكيله.

الكيميائيـون الأوائـل

بدأ الفلاسفة فى وضع نظريات حول المادة فى اليونان القديمة، وقد امتزجت هذه النظريات بأفكار دينية وبالمعرفة المكتسبة من الحرف الكيميائية للقدماء (ص 10، 11) مما أدى إلى ازدهار الكيمياء القديمة «الخيمياء». وكان علماء الكيمياء القديمة «الخيميائيون» يجمعون بين الأفكار الغامضة التى تهدف إلى الوصول للكمال وبين التجارب العملية. وأدى بهم الاعتقاد بإمكانية تغيير عنصر إلى آخر إلى البحث عن طرق لتغيير ما يسمى بالفلزات الخسيسة مثل الرصاص إلى الذهب الذى كان الفلز الأمثل فى اعتقادهم. وقد استخدم التقطير (ص6، 7) – وهو أسلوب ابتدعه هؤلاء الكيميائيون القدامى – لتحضير الزيوت العطرية والعطور. وفيما بعد تعلم الكيميائيون تحضير الأحماض المعدنية التى كانت أقوى بكثير من الأحماض التى كانت معروفة لديهم من قبل مثل عصائر الفاكهة. ومن خلال هذه الدراسات انبثقت نظريات طبية جديدة. ونشأ الاعتقاد بأن المرض يمثل اختلالاً فى توازن النظام الكيميائى للجسم، وينبغى معالجته بالكيماويات لكى يسترد توازنه. وأصبح التعدين من الأنشطة الهامة، وتم اكتشاف فلزات جديدة وأصبح لطرق التعرف عليها أهمية بالغة، وكذلك اُكتشفت طرق لفحص الفلزات وتثمينها ـ أى تقدير قيمتها.



نجمـة الأنتيمـون

عندما يبرد الأنتيمون من الحالة المنصهرة يكون أشكالاً كالنجوم. وقد اعتبر الكيميائيون القدماء أن المعادن المحتوية على الأنتيمون مناسبة لتحويل الفلزات (أى تحويلها إلى الذهب).



أهمية علم المعادن

ومع بزوغ الأهمية الاقتصادية للتعدين ظهرت مؤلفات مثل دى رى ميتاليكا الذى كتبه جورج باور (1494 – 1555) وهو طبيب ألمانى كان يكتب تحت اسم مستعار هو أجريكولا. وغطى هذا الكتاب تقنيات التعدين والصهر لتحويل المعدن الخام إلى الفلز والفحص والاختبار للكشف عن الفلزات الموجودة به.

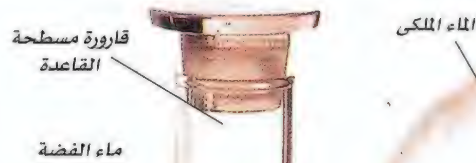
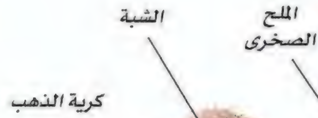
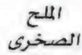
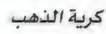


معمـل الاختبـارات

كانت البوتقة إحدى الطرق الشائعة لاختبار نقاء الفلزات الثمينة، وقد أتاحت الأفران الجديدة الأصغر حجمًا الحفاظ على انتظام الحرارة على فترات زمنية طويلة. وكانت عينات الفلزات توضع فى بوتقة مسامية ومعها بعض الرصاص ليساعد على انصهار الفلزات. ثم تُسخن فى الفرن حتى يتحول الرصاص وجميع الفلزات ـ فيما عدا الذهب والفضة ـ إلى أكاسيد الفلزات (ص40، 41) التى تمتصها البوتقة المصنوعة من رماد العظم فتبقى كرية الذهب النقى أو الفضة النقية لكى تُختبر بالحمض ويتم وزنها.

اختبـار الفلـزات

عمل إخصائيو التحليل والفحص فى المختبرات الصناعية الأولى فى مناطق التعدين بأوروبا الوسطى لاختبار المعادن لمعرفة ما تحتويه من فلزات. وأصبحوا ملمين بالعديد من التفاعلات الكيميائية حتى وإن لم يفهموا الأساس الكيميائى لها وكان بمتناولهم العديد من الكيماويات مثل الملح الصخرى (نترات البوتاسيوم) والشبة (كبريتات الألومنيوم والبوتاسيوم) والزاج الأخضر (كبريتات الحديدوز) . وبتقطير هذه الكيماويات معًا ينتج ماء الفضة أو حمض النيتريك الذى يمكن أن يُستخدم لفصل فلز الفضة (الذى يذوب فيه) عن الذهب (الذى لا يذوب فيه). وكان الماء الملكى Aqua regia (حمض النيتريك وحمض الهيدروكلوريك المركزان) يُستخدم لإذابة الذهب مع ترك الفضة.


جهـاز التقطير

كان التقطير أو تسخين السوائل لفصلها يشكل جزءًا هامًا من الكيمياء القديمة واقترن بها العديد من أجزاء الجهاز. ويُعتقد أن أول «جهاز تقطير» قد نشأ عن مشاهدة غطاء القدر وهو يجمع البخار المتكثف. واشتملت الأجهزة اللاحقة على المعوجة التى نشأت عن الإنبيق (انظر أسفله) ويمكن أن تصنع من الزجاج أو الفلز أو الخزف. وكان لون الزجاج أخضر أو بنيًا بسبب وجود شوائب من الحديد فى الرمل (ص44–45).


جهاز تقطير قديم

معوجة زجاجية

تُوضع المادة المراد تقطيرها هنا

لون أخضر ناشئ عن شوائب الحديد فى صناعة الزجاج القديمة

يساعد الأنبوب الطويل على تكثيف الأبخرة

زيـوت عطريـة للـدواء

فى العصور الوسطى كان يتم الحصول على الزيوت العطرية مثل زيت الورد عن طريق تسخين مستخلصات من النباتات فى معوجة. وكان يتم تبخير الزيوت ثم تبريدها فى أثناء مرورها فى عنق المعوجة الطويل، لكى تتكثف فى قارورة تبرد عادةً عن طريق غمرها فى الماء (ص 6، 7). وكان وقود الأفران عادة من الفحم.

خشخاش قمب 36. Papaver 142.

الذال قمط حرف XXV. Litera Adſdſal 149.

مـيراث ابـن سـينا

اشتقت كلمة Alchemy وتعنى الكيمياء القديمة «الخيمياء» من الكلمة العربية الكيمياء al kimia بمعنى الفن المصرى. وقد انتشرت تعاليم الكيمياء القديمة من الإسكندرية بمصر وكانت لغتها العربية. وقد قام ابن سينا (980–1037) وهو فيلسوف فارسى بجمع هذا المسرد مع ترجمة باللاتينية. وتظهر به كلمات – مثل «قلوى» alkali و«إنبيق» alembic – لا تزال تشكل جزءًا من لغة الكيمياء فى وقتنا الحالى.

رأس الإنبيق

تتجمع الأبخرة المتكثفة فى الإطار

إنبيق إيرانى

وعاء الإنبيق

البخار المتكثف يقطر شيئًا فشيئًا من العنق الطويل

الإنبيـق

الإنبيق عبارة عن جهاز يُستخدم فى التقطير. ويتضمن الرأس ووعاء الإنبيق (قاعدة على شكل ثمرة اليقطين) ويُعتقد أنه من اختراع ماريا اليهودية التى سمى على اسمها الحمام المائى (بان مارى) وهو مصدر قديم للحرارة المعتدلة.

دراسة الكيمياء

بدأ الناس فى العصور الوسطى تدريس أفكار الخيميائيين. وقد تطور علم جديد عرف باسم الكيمياء الطبية على أساس الاعتقاد الذى نادى به الخيميائيون، والذى يقول بأن الجسم البشرى عبارة عن نظام كيميائى من الممكن علاجه بالمواد الكيمائية. وعلى الجانب الآخر، نشر اندرياس ليبافيوس (1560–1616) أحد أوائل الكتب الكيميائية – وحمل عنوان الكيميا «Alchymia» – وذلك فى عام 1597. وقام أيضًا بتوثيق نتائج بحثية معاصرة ذات صلة بالصيدلة وعلم المعادن.

باب لإذكاء النار بوقود الفحم


نقش من كتاب «الخيمياء»

فــــرن

ملقط معدنى طويل المقبض

وعاء الإنبيق المصنوع من رماد العظم

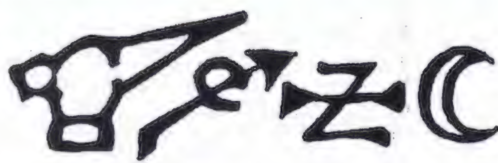


الأدوات الكيميائيـة

استُخدمت بوتقة من رماد العظم وملقط فلزى طويل لنقل الفلزات من الفرن وسكبها فى القوالب، وما زالت أدوات أخرى مما كان يستخدمها الخيميائيون والمختبرون القدامى تُرى فى المعامل فى الوقت الحالى – مثل الهاون والمدقة (ص 24، 25) والقوارير والكئوس والأقماع والمرشحات.

رموز للحفاظ على السرية

كان هناك ارتباط وثيق بين الكيمياء القديمة وعلم التنجيم وكانت الرموز المميزة للفلزات السبعة المعروفة للكيميائيين القدماء هى نفسها الرموز المميزة للأجرام السماوية السبعة المعروفة وقتذاك. وقد نشأ استخدام رموز المواد الكيميائية بسبب رغبة الكيميائيين القدماء فى الحفاظ على سرية اكتشافاتهم.


الرمـوز الخيميائيـة للفلـزات

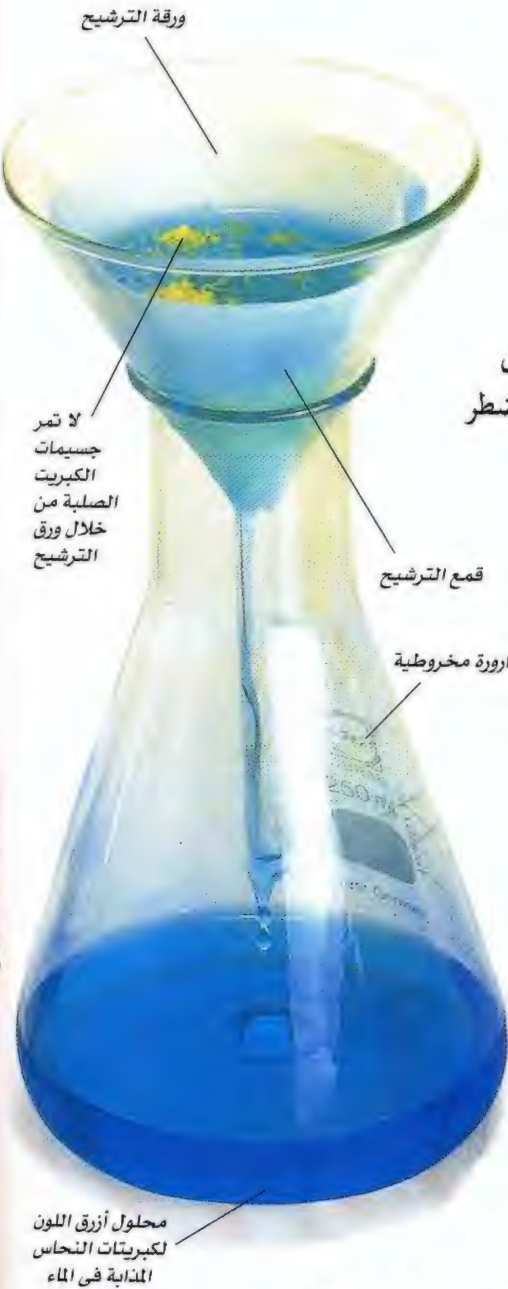
دراسة المخاليط

يتكون كل شيء حولنا من الكيماويات بما فيها أجسامنا وقد صُنعت بعض الأشياء من مادة كيميائية واحدة. وعلى سبيل المثال يتكون الماء من نوع واحد فقط من الجزيئات (ص 16–17)، بينما يحتوى عصير البرتقال على أنواع مختلفة من الجزيئات وهو عبارة عن خليط من عدة مواد. والخل عبارة عن محلول يقوم فيه الماء بدور المذيب الذى تذوب فيه المواد الأخرى. ويمكن فصل هذه المواد عن بعضها فيزيائيًا. ومعظم الأطعمة عبارة عن مخاليط، وصلصة السلاطة هى أيضًا خليط يُسمى مستحلبًا يحتوى على الزيت والخل، ولكنهما لا يمتزجان تمامًا بل ينفصلان إلى طبقة زيتية خفيفة نسبيًّا وطبقة أكثر ثقلاً من الماء المحتوى على الخل. وهناك أنواع أخرى من المخاليط، قد تكون عبارة عن مادة صلبة مثل العملات المعدنية أو مادة غازية مثل الهواء المحيط بنا (ص 28–29). ومعجون الأسنان أيضًا خليط يُسمى بالمزيج المعلق وفيه تُعلق الجسيمات الدقيقة فى السائل ولا تذوب. وكثيرًا ما يضطر الكيميائيون لفصل الكيماويات لكى يتعرفوا عليها.



فصل السوائل

أُستخدم جهاز الفصل المبين الذى قد يعود إلى القرن السابع عشر لفصل سائلين غير قابلين للامتزاج عن بعضهما. يُصب السائل الأكثر ثقلاً من الأسفل تاركًا السائل الأخف فى الجهاز.



صنع الأخلطة وفصلها

من الممكن أن تُستخلص الكيماويات من المخاليط بعدة طرق متنوعة ومنها طريقتا الترشيح والتبخير الموضحتان هنا. إن كبريتات النحاس عبارة عن ملح يذوب فى الماء ـ أى قابل للذوبان، والكبريت عنصر صلب لا يذوب فى الماء ـ أى غير قابل للذوبان.







2 فصل الكبريت

إذا رُشح الخليط ينفصل الكبريت الأصفر بسهولة ويبقى فى ورقة الترشيح. ولكن الماء وكبريتات النحاس لا ينفصلان بل يبقيان معًا فى المحلول، ويمكن غسل الكبريت الأصفر بالماء لإزالة أى آثار لكبريتات النحاس. وتستخدم تقنية الترشيح تلك لاستخلاص الكيماويات النقية.

1 خلط المواد معًا

عندما تُضاف كبريتات النحاس والكبريت إلى الماء تذوب كبريتات النحاس، ولكن الكبريت لا يذوب؛ لأن الماء ليس مذيبًا للكبريت.

3 تسخين المحلول

يمكن التخلص من الماء بالتبخير، وتبقى بلورات كبريتات النحاس الزرقاء.

ماء يُفقد فى الجو

بلورات كبريتات النحاس المستردة من المحلول

وعاء التبخير

تنشر الشبكة السلكية الحرارة بانتظام

موقد بنزن

حامل ذو ثلاثة قوائم

برج التجزئة

الغازات

بخار ذو درجة غليان منخفضة

البنزين المتكثف

وقود الديزل

تحتفظ الصينية بالسائل الناتج عن البخار المتكثف

زيت التشحيم

بخار ذو درجة غليان مرتفعة

الكيروسين

القار

الزيت الخام

الفصل الكروماتوجرافى

الحبر الأسود عبارة عن خليط من عدة صبغات مختلفة، يمكن فصلها بطريقة تسمى الكروماتوجرافى. عندما يتغلغل الحبر والمذيب (اُستخدم الماء هنا) خلال قطعة من ورق النشاف فإن أية مادة مذابة فيه سوف تصعد إلى أعلى بسرعة اعتمادًا على الحجم والشكل والمميزات الكيميائية لجزيئات هذه المادة.

تتحرك الصبغات المختلفة بسرعات مختلفة

ورق نشاف

حبر أسود

التقطير التجزيئى

يشكل الزيت الخام أساس صناعة البتروكيماويات الحديثة (ص62–63). وهو يحتوى على العديد من المركبات الكيميائية المختلفة التى يمكن فصلها إلى مجموعات باستخدام التقطير التجزيئى؛ حيث يُسخن الزيت الخام ويُضخ فى برج التجزئة. وتبرد الأبخرة فى أثناء صعودها. وتتكثف المنتجات المشتقة من الزيت بمجرد أن تنخفض درجة حرارتها إلى ما دون درجة غليانهما وتُجمع على صوانٍ. ثم تسحب من خلال أنابيب.

نبيذ أحمر

المخاليط العضوية

النبيذ عبارة عن خليط مركب من الكيماويات العضوية (كيمياويات مستخرجة من الكائنات الحية) ولكن الاختلافات لا ترى فيه بوضوح حتى تحت المجهر: إنه متجانس. والخشب مثال على خليط غير متجانس؛ إذ إنه من الواضح بمجرد النظر إليه أنه غير منتظم.



الغذاء الكامل

على الرغم من أن اللبن يبدو سائلاً متجانسًا فإنه يظهر من خلال الميكروسكوب خليطًا من سائل مائى تعلق فيه قطرات زيتية. ويُعرف هذا الخليط باسم المزيج المعلق؛ حيث تنتشر جسيمات صغيرة خلال السائل، ولكنها لا تذوب فيه. وهذه الجسيمات أصغر من تلك التى توجد فى معجون الأسنان وهو مزيج معلق أيضًا.

عملة برونزية

عملة مصنوعة من النيكل

مخاليط العملات

اُستخدم الذهب والفضة والنحاس كمعادن لسك العملات المعدنية منذ القدم وأحيانًا كان هذا الاستخدام يأخذ شكل المخاليط عُرفت باسم السبيكة. كما اُستخدمت سبائك من النحاس والقصدير والزنك لصنع عملات البرونز.

الـذرات والجزيـئـات

كان الفيلسوف الإغريقى ديموقريطس (حوالى 460–370 قبل الميلاد) أول من اقترح فكرة أن المادة تتكون من جسيمات بالغة الصغر غير قابلة للانقسام. وقد أطلق على هذه الجسيمات اسم ذرات، وفى أواخر القرن الثامن عشر نشأت نظرية حديثة عن الذرات . وفى ذلك الحين كان قد تم اكتشاف غازات وفلزات ومواد أخرى جديدة كما دُرس العديد من التفاعلات الكيميائية، وتم قياس أوزان المواد المشاركة فيها بدقة. وقد انبثقت النظرية الذرية لجون دالتون من تلك المشاهدات. وقد اعتقد أن ذرات عنصر ما (ص 18–19) تتطابق كلها معًا وتختلف عن ذرات العناصر الأخرى. وقد تتحد ذرتان أو أكثر معًا اتحادًا كيميائيًّا لتنتج «جزيئات» لمواد تسمى مركبات. وكل جزيئات المركب متطابقة. وقد أكد المفكر الإيطالى أماديو أفوجادرو (1776–1856) أن الحجم نفسه من أى غاز يحتوى على عدد الجزيئات نفسه. وعلى الرغم من أن هذه الفكرة لم تلق القبول على الفور فإنها فى آخر الأمر ساعدت الكيميائيين على حساب الأوزان الذرية والجزيئية. وترتبط هذه الأوزان بوزن الهيدروجين الذى يُعتبر وزنه الذرى هو واحد (ص22–23).



طبيعـة المـادة

كان الإنجليـزي جـون دالتـون (1766–1844) الذى علم نفسه بنفسه ابنًا لنساج من طائفة الكويكرز «الصاحبين». وقد كان المؤيد الرئيسى لوجود الذرات وقد أثرت أفكاره فى دراسة الكيمياء تأثيرًا قويًا. وكان كل ما حوله يثير اهتمامه، وخاصة الطقس. وبدأ فى دراسة المستنقعات القريبة من منزله فى شمال إنجلترا. وقد استخدم نتائج تجاربه العملية على الغازات وتلك التى أجراها أنطوان لافوازييه (1743 – 1794) فى فرنسا. وقد ابتكر دالتون أيضا مجموعته الخاصة من رموز العناصر.



أول نمـاذج الـذرة

استخدم دالتون هذه الكرات وهى أول النماذج الذرية لإيضاح أفكاره. وقد أعلن أن المادة تتكون من جسيمات صغيرة غير قابلة للانقسام أو ذرات صلبة. وباكتشاف أن الذرات محاطة بجسيمات سالبة الشحنة تسمى إلكترونات بدأت فكرة دالتون عن الذرات الصلبة تصبح غير مرضية.



الـذرات تتحـرك

الذرات بالغة الصغر، حتى إنه لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ولكن وجودها يمكن أن يفسر العديد من المشاهدات اليومية. انظر إلى الطريقة التى ينتشر بها لون برمنجنات البوتاسيوم البنفسجى عندما تذوب بلوراته فى الماء؛ ويحدث هذا لأن الذرات دائمة الحركة، ولذلك فإنه عند خروجها من البلورات تتحرك خلال الماء حتى تتوزع توزيعًا منتظمًا.

بلورات برمنجنات البوتاسيوم مضافة إلى الماء

أحد التصـورات عـن الـذرة

شهدت الأعوام الأولى من القرن العشرين بزوغ أفكار جديدة عن تركيب الذرة بنواتها المركزية، وما يدور حولها من إلكترونات. وإلى جانب هذه الاكتشافات نشأ فهم لكيفية ترابط الذرات معًا لتكوين الجزيئات. وقد وضع نيلز بور (1885–1962) ـ وهو فيزيائى دنماركى ـ نماذج ذات مدارات ثابتة، بحيث تدور الإلكترونات حول النواة المركزية المكونة من بروتونات (جسيمات موجبة الشحنة) ونيوترونات (جسيمات غير مشحونة) فى مجموعات أو «قشرات». وقد ظهر أن هذا النموذج للذرة مناسب ومفيد، ولكنه لا يشكل التصور الوحيد ـ فالإلكترونات أيضًا تسلك سلوك موجات من الطاقة (مثل الضوء) وأحيانًا ما يكون أفضل تصور لها هو أنها تنتشر حول النواة على شكل سحابة. ويمثل نموذج بوهر المبين ذرة صوديوم؛ حيث تقع نواتها فى مركزها. وهناك عشرة إلكترونات فى القشرتين الداخليتين تعرفان بالمدارين الإلكترونيين الداخليين ـ بينما يوجد إلكترون واحد فى المدار الإلكترونى الخارجى فى قشرة غير مكتملة. وعدد البروتونات الموجودة فى الذرة يساوى العدد الذرى (ص 22–23).

نموذج ذرة الصوديوم

مدار إلكترونى داخلى

نواة تحتوى على بروتونات ونيوترونات

مدار إلكترونى خارجى

الجزيئـات والمقاييـس

الذرات والجزيئات بالغة الصغر حتى إن عددها فى كمية قليلة من المادة ضخم جدًا. ويستخدم عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) كثابت لحساب عدد الذرات أو الجزيئات فى كمية من المادة. ويطلق على كمية المادة المحتوية على عدد أفوجادرو من الجزيئات اسم الوزن الجزيئى الجرامى «مول» ويمكن التوصل إلى الصيغة الكيميائية (ص6–7) باستخدام هذا المقياس. وتحتوى كل عينة كيميائية مبينة هنا على عدد الجزيئات نفسه (عدد أفوجادرو). ويُعين وزن كل منها عن طريق حساب الوزن الجزيئى بالجرامات ـ وهو عبارة عن مجموع الأوزان الذرية لكل الذرات المكونة للجزىء المضاف.

أنبوب مدرج مملوء بالزئبق

ترمومتر

جهاز كثافة البخار

ابتكر جوزيف جاى لوساك (1778–1850) هذا الجهاز لقياس وزن بخار مركب ما. كان يتم وضع المركب فى أنبوب زجاجى محكم الغلق ثم يُسخن حتى ينفجر وتتبخر العينة، ثم تحسب كثافة البخار من حجم الزئبق المزاح من الأنبوب، ومنه يمكن معرفة الوزن الجزيئى والصيغة الكيميائية.

حوض من الحديد مملوء بالزئبق

NaCl

كلوريد الصوديوم

الأوزان الذرية هى: الصوديوم 23 ، الكلورين 35,5 مما يجعل الوزن الجزيئى الجرامى «المول» 58,5 جرام.

Zn

الزنـك

الوزن الذرى للزنك هو 65 مما يجعل الوزن الجزيئى الجرامى «المول» 65 جرامًا.

$CuSO_45H_2O$

كبريتات النحاس المميأة

الأوزان الذرية هى: النحاس 63,5 الكبريت 32 ، الأكسجين (4×) 16 الماء (5×) 18 مما يجعل الوزن الجزيئى الجرامى «المول» 249,5 جرام.

حمض الخليك

الأوزان الذرية هى الكربون (2×)12، الأكسجين (2×)16، الهيدروجين (4×)1 مما يجعل الوزن الجزيئى الجرامى «المول» 60 جرامًا. (أضيف كاشف لإظهار أن المادة حمضية).

المـاء

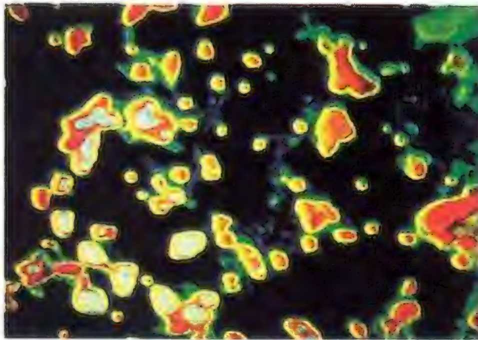
الأوزان الذرية هى: الهيدروجين (2×)1، الأكسجين 16 مما يجعل الوزن الجزيئى الجرامى «المول» 18 جرامًا.

CH_3COOH

H_2O

ذابت البلورات مكونة محلولاً متجانسًا

تبدأ الجزيئات فى الانتشار خلال السائل



رؤيـة الـذرات الحقيقيـة

لا يمكن أن تُرى ذرات اليورانيوم المبينة هنا بواسطة مجهر عادى فهى فى غاية الصغر. ولكنْ ثمة مجهر إلكترونى يستخدم حزمًا من الإلكترونات بدلاً من الضوء؛ لأن الطول الموجى للإلكترونات أقصر من طول موجات الضوء المرئى؛ مما يسمح برؤية أشياء أصغر. والمجهر المستخدم هنا يُعرف باسم المجهر النفقى الماسح.

العناصـــر

العنصر هو مادة تحتوى على نوع واحد من الذرات. فالذهب لا يحتوى إلا على ذرات الذهب، والهيدروجين لا يحتوى إلا على ذرات الهيدروجين. ومن ناحية أخرى، يحتوى الماء على ذرات كل من الهيدروجين والأكسجين؛ ولذلك فهو مركب (ص 20–21). وقد اعتبر أنطوان لافوازييه (1743– 1794) أن العناصر مواد لا يمكن تجزئتها إلى مواد أخرى. وقد أعد قائمة بالعناصر عام 1789 توجد كلها تقريبًا فى القوائم الحديثة، إلا أنه أضاف أيضًا الحرارة والضوء. وقد ازداد عدد العناصر المعروفة أثناء القرن الثامن عشر عندما حلل علماء المعادن الخامات ووجدوا فلزات جديدة. وقد ساعدت الأجهزة الجديدة مثل المطياف فى تعرف الكيميائيين على المزيد من العناصر فى القرن التاسع عشر.



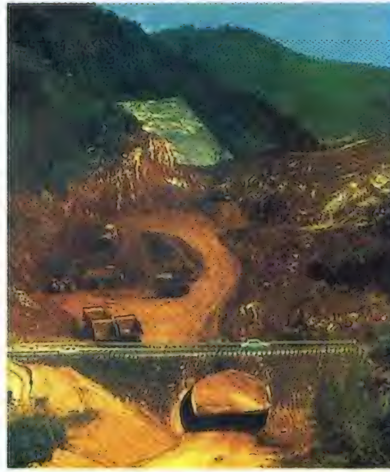
الكيميائى «المرتاب»

اعتقد الإغريق أن الأرض والهواء والنار والماء هى العناصر الأساسية التى يتكون منها كل شىء آخر. وقد كتب روبرت بويل (1627 – 1691) فى عام 1661 معارضًا هذه الفكرة وممهدًا الطريق أمام المفاهيم العصرية للعناصر، وقد عرف العنصر بدقة على أنه مادة لا يمكن تفتيتها إلى مواد أبسط منها.



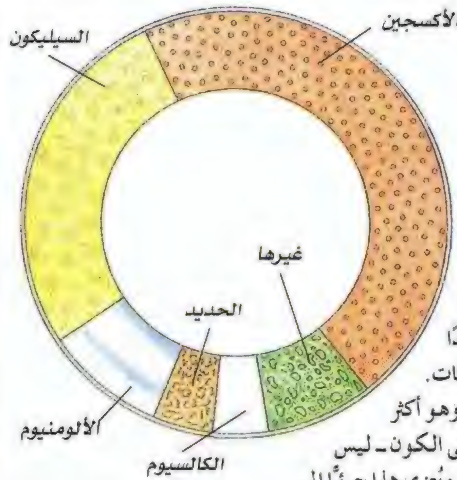
عناصر من الفضاء

الهيدروجين هو أبسط عنصر. وأكثر من 90 بالمائة من الكون يتكون من الهيدروجين الذى نشأ إبان الانفجار العظيم – وهو الانفجار الذى أدى إلى نشأة الكون. وقد تكونت كل العناصر الأخرى الأكثر ثقلاً من الهيدروجين عن طريق التفاعلات النووية. وقد أتت الصخرة المبينة من اصطدام بالأرض منذ حوالى 20000 عام. والعناصر التى تحتوى عليها مثل الحديد والنيكل تتطابق مع تلك الموجودة على الأرض أو على القمر، غير أنها توجد بكميات مختلفة.



منجم البوكسيت

يشبه معدن البوكسيت الطين، وهو عبارة عن أكسيد الألومنيوم (ص 40–41) ومنه يُستخرج عنصر الألومنيوم. وتبين الصورة استخراجه فى جامايكا. والبوكسيت هو المصدر الرئيسى لفلز الألومنيوم (ص46–47) الذى يستخدم لصنع أجزاء الطائرات ومحركاتها؛ لأنه خفيف الوزن ومتين ولا يتآكل.



القشرة الأرضية

أكثر العناصر توافرًا فى القشرة الأرضية هو الأكسجين، يليه السيليكون الذى يوجد فى الصخور على نطاق واسع متحدًا بالأكسجين على هيئة السيليكات. ولكن الهيدروجين – وهو أكثر العناصر شيوعًا فى الكون – ليس شائعًا على الأرض، ويُعزى هذا جزئيًا إلى أنه غاز خفيف يمكنه الهرب من الغلاف الجوى للأرض. وعلى الرغم من أن أغلب عناصر القشرة الأرضية من الفلزات فإنها تشكل أقل من ربع كتلتها الإجمالية. ويكوّن النيتروجين حوالى أربعة أخماس غلافنا الجوى (ص28–29) ولكنه غير قابل للتفاعل حتى إنه يشكل نسبة ضئيلة للغاية من القشرة الأرضية.



تشكل الخضراوات الخضراء مصدرًا للصوديوم والكالسيوم والحديد

نبات قرة العين

المشمش

الفواكه المجففة غنية بالماغنيسيوم والكالسيوم والحديد



فاكهة التوت هى مصدر لحمض الفوليك الذى يساعد فى امتصاص الحديد

الفراولة



الجوز والبذور



صفار البيض



أعشاب البحر

السردين

عناصر قليلة المقدار

يحتاج البشر إلى غذاء متوازن للحفاظ على صحتهم. ووجود كميات ضئيلة من عناصر عديدة ضرورىٌ للعمليات الكيميائية التى تجرى بداخلنا، وكثيرًا ما تُضاف مكملات للأغذية الرئيسية مثل الخبز والسمن لمنع حدوث نقص فى التغذية. وتشكل الأطعمة البحرية مثل أعشاب البحر والأسماك الدهنية مصادر غنية بالكالسيوم واليود. كما أن الجوز والبذور أيضًا غنية بالكالسيوم الذى يحافظ على صحة العظام والأسنان. وصفار البيض مصدر جيد للكبريت والصوديوم والزنك.



اكتشـاف بالمصادفـة

كان السير ويليام كروكس (1832–1919) مولعًا بدراسة الكيمياء التطبيقية مثل الصباغة، وكان يعمل كخبير فى التحليل الكيميائى. وامتد عطاؤه عبر ستين عامًا من البحث الكيميائى، وقد أسرع إلى تطبيق تقنية التحليل الطيفى الكيميائى الجديدة للبحث عن عناصر لم تُعرف من قبل. وفى عام 1861 أثناء فحص كروكس للرواسب المتبقية من إنتاج حمض الكبريتيك شاهد خطًّا أخضر جديدًا فى الطيف، فأدرك أن هناك عنصرًا جديدًا موجودًا وقد أطلق عليه اسم الثاليوم من الكلمة الإغريقية ثالوس وتعنى غصنًا أخضر أو مترعمًا. وقد اكتشف المزيد من العناصر منذ ذلك الحين، ونعلم الآن أن هناك 92 عنصرًا مختلفًا فى القشرة الأرضية، وقد ساهم العديد من الأشخاص فى التعرف عليها وفصلها.

مطيـاف كروكس

لقد شاهد كروكس الخط الأخضر الذى تعرف عليه على أنه المميز لعنصر الثاليوم من خلال مطياف. وفى خلال القرن التاسع عشر اُكتشفت عناصر جديدة بطرق متنوعة، وقد كان روبرت بنزن (1811–1899) أول من استخدم المطياف للتعرف على الفلزين السيزيوم والروبيديوم بالنظر إلى أطيافهما فى عام 1859. وقد أصبح المطياف أداةً فعالةً للتعرف على العناصر الكيميائية الجديدة، وهو يحتوى على منشور يفرق الشعاع الضوئى إلى الألوان أو الأطوال الموجية المختلفة التى يتكون منها (طيفه). وإذا وضعت محاليل من الفلزات فى لهب، فإنها تنتج ألوانًا مميزة (ص58–59) تظهر على هيئة خطوط فى الطيف. ويمكن وضع الغازات فى أنبوب تفريغ لدراسة طيفها.

مصغر «ميكرومتر» لقياس الطول الموجى

مرآة تعكس تدريج المصغر «الميكرومتر»

العينية

محور ارتكاز

فتحة لمرور الضوء

ماسورة تحتوى على منشور

الخط الأخضر المميز للثاليوم

طيـف الثـالـيـوم

غصـن أخضـر جديـد

تعطى مركبات الثاليوم لهبًا أخضر عند حرقها، وعندما يُنظر إلى هذا اللهب من خلال منشور (موجود داخل المطياف)؛ فإنه يعطى طيفًا به خط أخضر مميز، وقد كان هذا هو الخط الأخضر الذى رآه كروكس وتسبب فى حيرته، إذ إنه كان يتوقع أن يتعرف على واحد من عنصرين آخرين ـ السيلنيوم أو التيلوريوم ـ اللذين يعطيان خطين أزرق وأصفر على التوالى.

دراسـة الثاليـوم

الثاليوم فلز أبيض مائل للزرقة قابل للطرق (ص24–25) يشبه القصدير ولكنه أكثر نعومة. وهو حساس لرطوبة الجو ويتفتت عندما يتعرض لها. وهو يكوّن الكثير من الأملاح مثل الفلزات الأخرى (ص44–45). وقد سارع كروكس بتحضير أملاح الثاليوم المبينة بعد اكتشافه للثاليوم ودراسة خواصه الكيميائية. وقد وُضعت أملاح الثاليوم فى أوانٍ زجاجية محكمة للعرض. وللثاليوم عدد قليل من الاستخدامات التجارية، على الرغم من أنه كان يُستخدم كسم للفئران؛ لأنه يحاكى مفعول الصوديوم ـ العنصر الضرورى للعمليات الحيوية.

أملاح الثاليوم فى زجاجات العرض

شاشة فوسفورية من كبريتيد الزنك

شريحة المجهر

أثر من الراديوم



ثلاثة من مناظير أشعة ألفا التى استخدمها كروكس

مشـاهـدة الـراديـوم

صمم كروكس منظار أشعة ألفا لقياس النشاط الإشعاعى للراديوم. تتكون هذه الأجهزة من شاشات من كبريتيد الزنك توضع وراءها مقادير قليلة من الراديوم الذى زودت به مارى كورى ـ الكيميائية البولندية التى فصلت الراديوم ـ العالم كروكس. والراديوم يبعث جسيمات ألفا التى تحدث ومضات مرئية من الضوء عند سقوطها على الشاشة الموضوعة أمامها، وتشاهد بواسطة المجهر. والراديوم عنصر نشط إشعاعيًا يوجد فى الطبيعة (ص32–33). ومنذ عام 1940 أُضيف 17 عنصرًا أخرى إلى العناصر المعروفة بالفعل وعددها 92، وكل هذه العناصر الجديدة نشطة إشعاعيًا وعادةً ما تكون قصيرة العمر، إذ تتكسر إلى ذرات أصغر وتطلق إشعاعاتها. وهى لا توجد بصورة طبيعية؛ ولذلك ينبغى أن يحضرها العلماء فى المفاعلات النووية، وثمة بعض العناصر التى لم يحضر منها إلا عدد قليل من الذرات.

دراســـة المركبـات

عندما تتحد العناصر تكوّن المركبات. والمركبات تحتوى على أكثر من نوع من الذرات ترتبط معًا لتكون الجزيئات. ويحتوى المركّب النقى على نوع واحد من الجزيئات. وتساعد النظرية الذرية الحديثة على تفسير كيفية تماسك (ارتباط) الذرات معًا لتكون الجزيئات. وتتكون الروابط الكيميائية باستخدام إلكترونات القشرة الخارجية للذرة (ص 16–17). وإما أن تكتسب الذرات إلكترونات وإما أن تتقاسمها أو تفقدها أثناء هذه العملية. فإذا أعطت ذرة إلكترونات لذرة أخرى أصبح لكل منهما شحنة كهربائية فتجذب كل منها الأخرى مثل قطبى المغناطيس المتعاكسين مكونة رابطة «أيونية». وتنزع الفلزات إلى تكوين الروابط «الأيونية»، بينما تنزع اللافلزات إلى تكوين الروابط «التساهمية» مع بعضها البعض. وفيها تتشارك الذرتان فى الإلكترونات بدلاً من أن تسلم ذرة إلكترونًا أوأكثر إلى ذرة أخرى والعناصر التى لا تعطى إلكتروناتها لغيرها مثل الغازات الخاملة (ص 32–33) لا تتفاعل عادة مع العناصر الأخرى، ويقال إنها غير قابلة للتفاعل ولا تكوّن المركبات بسهولة.



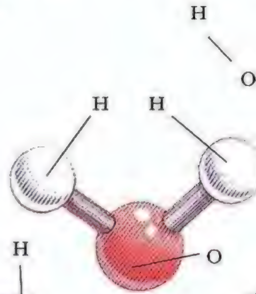


دوروثى هودجكين

يحتوى جزىء فيتامين بـ 12 المركب على عدد إجمالى من الذرات يصل إلى 181 ذرةً مقارنة بالماء الذى يحتوى على ثلاث ذرات. وقد فصل هذا الفيتامين فى عام 1948 على هيئة مادة بلورية حمراء. وقد فحصته دوروثى هودجكين (ولدت عام 1910) باستخدام علم دراسة البلوريات بالأشعة السينية، ثم اشتركت مع ألكسندر تود (ولد عام 1907) الذى درس تفاعلاته الكيميائية حتى توصلا إلى صيغته الكيميائية وتركيبه فى عام 1955.

الصيغة البسيطة للماء H_2O

الصيغة التركيبية للماء



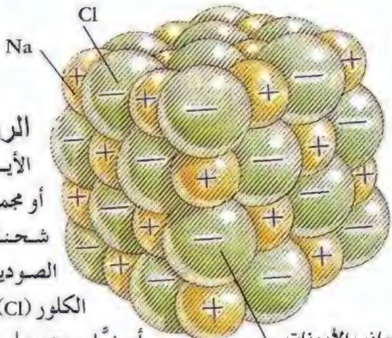
نموذج الكرة والعصا للماء

الروابـط التسـاهمية

قد تكون المركبات التساهمية على هيئة مواد صلبة أو سائلة أو غازية فى درجات الحرارة العادية. ويتكون الماء وهو أكثر المركبات شيوعًا وأهميةً على الأرض من جزيئات لذرتين من الهيدروجين ترتبطان بذرة من الأكسجين (H_2O). وتشارك كل ذرة هيدروجين بإلكترونها الوحيد مع أحد إلكترونات الأكسجين فى تكوين رابطة تساهمية.



نموذج الماء المالئ للفراغ



تتجاذب الأيونات الموجبة والسالبة لبعضهما البعض

الروابـط الأيونيـة

الأيون عبارة عن ذرة أو مجموعة من الذرات تحمل شحنة كهربائية. ويتفاعل الصوديوم (Na) وهو فلز مع الكلور (Cl) وهو لا فلز؛ ليكوّنا مركبًا أيونيًا – وهو ملح الطعام (NaCl). حيث تعطى ذرة الصوديوم الإلكترون الوحيد بقشرتها الخارجية إلى ذرة الكلور، مما يكمل القشرة الخارجية لذرة الكلورين. وفى بلورة الملح الصلب توجد أيونات الصوديوم والكلور مرتبة بالتبادل فى سبيكة حيث تتماسك الأيونات معًا بسبب قوة التجاذب الإلكتروستاتيكية.

صنـع مركـب

فى هذه التجربة تخلط برادة الحديد (Fe) مع مسحوق الكبريت (S). وعلى الرغم من أنهما مخلوطان خلطًا جيدًا فإنهما لا يتفاعلان كيميائيًا. ولكن عند تعرضهما للحرارة (خطوة 2) يتحد الكبريت مع الحديد ليكون ملحًا فلزيًا – كبريتيد الحديد أو الحديدوز. وكثيرًا ما تكوّن الفلزات أملاحًا مع اللافلزات (ص44–45).



يجذب المغناطيس برادة الحديد

1 خلـط العنـاصـر

يفصل الكبريت وبرادة الحديد بسهولة باستخدام مغناطيس عادى، يجذب برادة الحديد ولا يجذب الكبريت.

يتبقى مسحوق الكبريت الأصفر

حامل الماسك

ماسك لحمل
الجهاز الساخن

أنبوب اختبار

تستخدم الحرارة من
لهب موقد بنزن

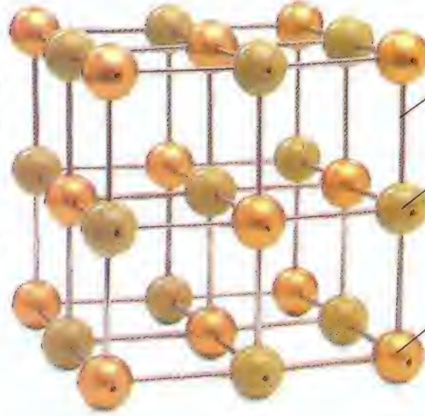
2 التعريـض للحـرارة

إذا سخن خليط الحديد والكبريت بدرجة كافية يحدث تفاعل كيميائى. حيث تعطى ذرات برادة الحديد إلكترونات لذرات الكبريت فتتكون الرابطة الأيونية. وتكوّن العناصر البعيدة عن بعضها فى الجدول الدورى (ص22–23) هذا النوع من الروابط. وتسمى مركبات أيونية. وفى هذه التجربة أعطت الحرارة الطاقة اللازمة لإحداث الروابط بين ذرات العنصرين ولصنع المركب.



دراسـة البلـورات

طور وليام براج (1862–1942) مطيافًا يعمل بالأشعة السينية. وقد استخدمه ابنه لورانس براج (1890–1971) للتوصل إلى ترتيب الذرات فى التركيبات البلورية عن طريق قياس مقدار حيود (انحناء) الأشعة السينية عندما تمر خلالها. وتكون الأملاح تركيبات بلورية ـ وكذلك يمكن لبعض المركبات مثل فيتامين ب 12 أن تكوّن بلورات ذات تركيب بالغ التعقيد.



كيف تبدو المركبات؟

يرجع الفضل فى تعيين تركيب ملح الطعام أو كلوريد الصوديوم (NaCl) إلى لورانس براج. ويتكون كلوريد الصوديوم من عنصرين شديدى القابلية للتفاعل ـ الصوديوم والكلور ـ يتحدان لتكوين مركب مستقر بصورة جديرة بالملاحظة. وللملح الطعام روابط قوية مثله مثل كل المركبات الأيونية مما يعنى أن له درجتى انصهار وغليان مرتفعتين، وهو موصل جيد للكهرباء عندما يكون مصهورًا أو فى محلول.

3 المركـب

أصبح الحديد والكبريت الآن متحدين مكونين كبريتيد الحديد أو الحديدوز. وقد فقدت كل ذرة حديد إلكترونين بينما اكتسبت كل ذرة كبريت إلكترونين ولم يعد لون الكبريت أصفر، ولم يعد المغناطيس يجذب الحديد؛ لأنه أصبح مرتبطًا بالكبريت كيميائيًا. ويمكن كتابة المعادلة الكيميائية بالصورة التالية: $Fe + S \rightarrow FeS$.

لا يستطيع المغناطيس أن يجذب
الحديد الموجود فى المركب الجديد



كبريتيد الحديدوز

الجـدول الـدورى

كلما اكتشفت عناصر جديدة تم تحديد كتلتها الذرية ودراسة طريقة تفاعلها مع المواد الأخرى. وبدأ الكيميائيون يلاحظون عائلات من العناصر التى يتشابه سلوكها. ومنذ وقت مبكر حوالى 1829 اقترح يوهان دوبراينر (1780–1849) فكرة ثلاثية العناصر (مجموعات من ثلاثة)، وهكذا كون الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم ـ وكلها فلزات متشابهة ـ مجموعة واحدة تنزع لنفس السلوك (ص 24–25). وقد لاحظ الكيميائى الروسى دمترى مندليف (1834–1907) أنه عند ترتيب العناصر حسب كتلها الذرية، فإنها تظهر خواصٌ تتكرر بانتظام (أو دوريًا). وقد أعلن عن قانونه الدورى فى عام 1869 ونشر قائمة بالعناصر المعروفة فى شكل جدول. وكانت لديه الشجاعة فى أن يترك فراغات فى مواضع لم يبد أن القانون الدورى يناسبها، متنبئًا باكتشاف عناصر جديدة لتملأ هذه الفراغات.

تُعرف الصفوف الأفقية باسم الدورات

2 4 He الهيليوم

5 11 B البورون
6 12 C الكربون
7 14 N النيتروجين
8 16 O الأكسجين
9 19 F الفلورين
10 20 Ne النيون

13 27 Al الألومنيوم
14 28 Si السيليكون
15 31 P الفوسفور
16 32 S الكبريت
17 35.5 Cl الكلور
18 40 Ar الأرجون

28 59 Ni النيكل
29 63.5 Cu النحاس
30 65 Zn الزنك (الخارصين)
31 70 Ga الجاليوم
32 73 Ge الجرمانيوم
33 75 As الزرنيخ
34 79 Se السلنيوم
35 80 Br البروم
36 84 Kr الكريبتون

46 106 Pd البلاديوم
47 108 Ag الفضة
48 112 Cd الكادميوم
49 115 In الأنديوم
50 119 Sn القصدير
51 122 Sb الأنتيمون
52 128 Te التلوريوم
53 127 I اليود
54 131 Xe الزينون

78 195 Pt البلاتين
79 197 Au الذهب
80 201 Hg الزئبق
81 204 Tl الثاليوم
82 207 Pb الرصاص
83 209 Bi البزموت
84 210 Po البولونيوم
85 210 At الأستاتين
86 222 Rn الرادون

وضع العناصر الجديدة فى أماكنها (فى الأعلى)

كان الإنجاز المتوج لجدول مندليف الدورى هو التنبؤ بالعناصر الجديدة؛ إذ لم تكن عناصر الجاليوم والجرمانيوم والإسكنديوم معروفة عام 1871 ولكن مندليف ترك لها فراغات حتى إنه تنبأ بما سوف تكون عليها كتلها الذرية وسائر خواصها الكيميائية . وأول عنصر يكتشف منها كان الجاليوم فى عام 1875. وقد تطابقت كل المميزات التى تنبأ بها مع خواص هذا العنصر، وقد أسماه مندليف أيكا– ألومنيوم – لأنه جاء تحت الألومنيوم فى جدوله.

العناصر النووية الحديثة (إلى اليسار)

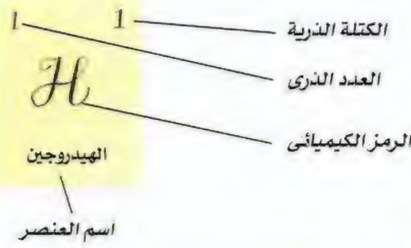
أطلقت على العناصر الحديثة أسماء مرتبة بناء على أعدادها الذرية، وذلك لتجنب الخلافات حول تسميتها. ولذلك أصبح العنصر 104 أنيلكواديوم المشتقة من العدد اللاتينى أو واحد –صفر– أربعة وهكذا.

65 159 Tb التربيوم
66 162 Dy الدسبروزيوم
67 165 Ho الهولميوم
68 167 Er الأربيوم
69 169 Tm الثليوم
70 173 Yb الإيتربيوم
71 175 Lu اللوتيتيوم

97 247 Bk البركليوم
98 251 Cf الكاليفورنيوم
99 254 Es الإينشتاينيوم
100 253 Fm الفيرميوم
101 256 Md المندليفيوم
102 254 No النوبليوم
103 257 Lr اللورنسيوم

سلسلة الانتقال الداخلية (إلى اليسار)

يعرف هذان الصفان باسم اللانثانيدات والأكتينيدات طبقًا لاسمى أول أعضاء المجموعتين – اللانثانوم (عدده الذرى 57) والأكتينيوم (عدده الذرى 89). وقد جرت العادة على فصل هذه العناصر عن باقى الجدول لإضفاء شكل مترابط منطقيًا عليه. وكثيرًا ما توجد اللانثانيدات معًا فى المعادن، ويطلق عليها أحيانًا اسم العناصر الأرضية النادرة، على الرغم من أنها ليست نادرة بشكل خاص. وكل الأكتينيدات نشطة إشعاعيًا ولا توجد منها فى الطبيعة إلا العناصر الثلاثة الأولى بينما ينبغى أن يحضر الباقى اصطناعيًا.



دمتـــرى مندلييـف

فى محاولة لوضع بعض النظام فى دراسته للعناصر الكيميائية المعروفة صنع مندلييف مجموعة من البطاقات، بطاقة لكل عنصر، مسجلاً خواصه الكيميائية. وفى أثناء ترتيبه لهذه البطاقات اكتشف القانون الدورى. وعندما وضعها بترتيب تزايد الكتل الذرية وجد أن الخواص تتكرر دوريًا.



دمترى مندلييف

الغازات الخاملة (إلى اليمين)

لم يتوقع أحد اكتشاف مجموعة جديدة تمامًا من العناصر فى تسعينيات القرن التاسع عشر (ص 32–33). وقد أضيفت هذه العناصر فى عمود منفصل فى الجدول الدورى، ولم يكن للجدول الدورى تأثير مباشر على النظريات الكيميائية حتى تم اكتشاف العناصر الناقصة.

3 7 Li الليثيوم	4 9 Be البيريليوم							
11 23 Na الصوديوم	12 24 Mg الماغنسيوم							
19 39 K البوتاسيوم	20 40 Ca الكالسيوم	21 44 Sc الإسكنديوم	22 48 Ti التيتانيوم	23 51 V الفاناديوم	24 52 Cr الكروم	25 55 Mn المنجنيز	26 56 Fe الحديد	27 59 Co الكوبالت
37 85 Rb الروبيديوم	38 88 Sr الإسترنتيوم	39 89 Y الإيتريوم	40 91 Zr الزركونيوم	41 93 Nb النيوبيوم	42 96 Mo الموليبدنوم	43 99 Tc التكنيتيوم	44 101 Ru الروثينيوم	45 103 Rh الروديوم
55 133 Cs السيزيوم	56 137 Ba الباريوم	57 139 La اللانثانوم	72 178 Hf الهفنيوم	73 181 Ta التنتالوم	74 184 W التنجستين	75 186 Re الرينيوم	76 190 Os الأوزميوم	77 192 Ir الإيريديوم
87 223 Fr الفرانسيوم	88 226 Ra الراديوم	89 227 Ac الأكتينيوم	104 (261) Unq اليونيلكواديوم	105 (262) Unp اليونيلبنتيوم	106 (263) Unh اليونيلهكسيوم	107 (262) Uns اليونيلسبتيوم	108 (265) Uno اليونيلوكتيوم	109 (266) Une اليونيلينيوم

تكون العناصر الموجودة فى سلسلة الانتقال الصفوف الوسطى من الجدول

اللانثانيدات 58 140 Ce السيريوم	59 141 Pr البراسيوديميوم	60 144 Nd النيودميوم	61 147 Pm البروميثيوم	62 150 Sm الساماريوم	63 152 Eu اليوروبيوم	64 157 Gd الجادولينيوم
الأكتينيدات 90 232 Th الثوريوم	91 231 Pa البروتكتينيوم	92 238 U اليورانيوم	93 237 Np النبتونيوم	94 242 Pu البلوتونيوم	95 243 Am الأمريسيوم	96 247 Cm الكوريوم

قـراءة الجدول

تبين العناصر التى حددها مندلييف فى جدوله المنشور عام 1871 هنا على هيئة بطـاقات، وتـرتب الـذرات تصاعديًا حسب «الـعـدد الـذرى»، ويمثل هـذا العدد عدد البروتونات (الجسيمات ذات الشحنة الموجبة) الموجودة فى نواة الذرة، وهو عدد الإلكترونات نفسه (ذات الشحنة السالبة) التى تحيط بالنواة. وتُعيَّن الكتل الذرية عن طريق مقارنة كتل العناصر بكتلة ذرة كربون التى تقدر كتلتها الذرية بـ 12 .

نظـــرة على الفلـــزات

معظم العناصر من الفلزات. وكثيرًا ما توصف الفلزات بأنها متينة وثقيلة ولامعة، ويصعب صهرها. والعديد من الفلزات قابل للطرق: أى يمكن أن تشكل بواسطة مطرقة. وبعضها قابل للسحب: أى يمكن سحبه على هيئة أسلاك رفيعة. ولكن هناك استثناءات – فالزئبق فلز غير أنه سائل فى درجة حرارة الغرفة. وللفلزات أيضًا خواصٌ كيميائية مميزة، فهى تتفاعل مع الأحماض لتكون الأملاح (ص44–45) وتتفاعل مع أكسجين الهواء لتكون الأكاسيد القاعدية (ص40–41). وعلى الرغم من وجود العديد من أوجه التشابه بين الفلزات فثمة أيضًا أوجه للاختلاف وهى التى تحدد مدى ملاءمة الفلز لاستخدام معين. وبعض الفلزات خفيف الوزن مثل الألومنيوم، مما يجعله مثاليًا لمكونات صناعة الطائرات. وبعضها مقاوم للتآكل مثل الكروم الذى يستخدم لصناعة لوازم الحمامات.



السبيكة

يعد الهاون والمدقة من أهم الأدوات للكيميائى والصيدلى. وكثيرًا ما كان يصنعهما سابكو الأجراس، ولذا كانا يصنعان من المادة نفسها التى كانت تصنع منها الأجراس - وهى شابة من القصدير (بصفة رئيسية) والنحاس. والسبيكة عبارة عن خليط من الفلزات (ص14–15)، وكثيرًا ما تفضل السبائك على الفلزات النقية، لأنه يمكن مزجها للحصول على خواص مثل الصلابة أو درجة الانصهار المنخفضة.

الفلـز السـائل

يستخدم هذا الترمومتر الذى يعود إلى أواخر القرن الثامن عشر الزئبق للإشارة إلى درجة الحرارة، إذ إن الحرارة تجعل الزئبق يتمدد. وقد اعتقد على مدى قرون طويلة أن الزئبق لا يمكن أن يوجد إلا على هيئة سائل، ولكن فى أثناء شتاء قارس فى روسيا عام 1759 لوحظ أن الزئبق يتجمد عند حوالى $-36.4°F$ (درجة فهرنهيت) أى -38 درجة مئوية.

التعديـن والكيميـاء

بحث المنقبون عن الرواسب المعدنية وساعدوا فى تحديد العديد من الفلزات الجديدة. وكانت أنابيب النفخ تشكل أداة هامة فى مجال عملهم، وكان كارل فريدريش بلاتنر (1800–1858) هو أول من وصف «مختبرًا» متنقلاً فى بحثه عن التحليل باستخدام أنابيب النفخ. وتحتوى هذه المجموعة من الأدوات التى تعود إلى القرن التاسع عشر على أدوات تعدينية للاستخدام فى الحقل. كانت عينات الفلز تصهر مع الرصاص فى بوتقة صغيرة (ص12–13) باستخدام أنبوب النفخ للتسخين، ثم تختبر لدراسة تفاعلاتهما مع الكاشفات الكيميائية المعيارية.

زجاجات تحتوى على الكاشفات

صينية تحمل أدوات التنقيب

نظارة معظمة

صندوق خشبى

زجاجة تحتوى على كاشف

ورق الكاشف

شرائح من الرصاص

بوتقة

فتيلة

الهاون والمدقة

موقد كحولى

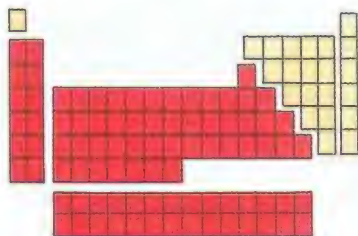
أنبوب النفخ

قطعة الفحم

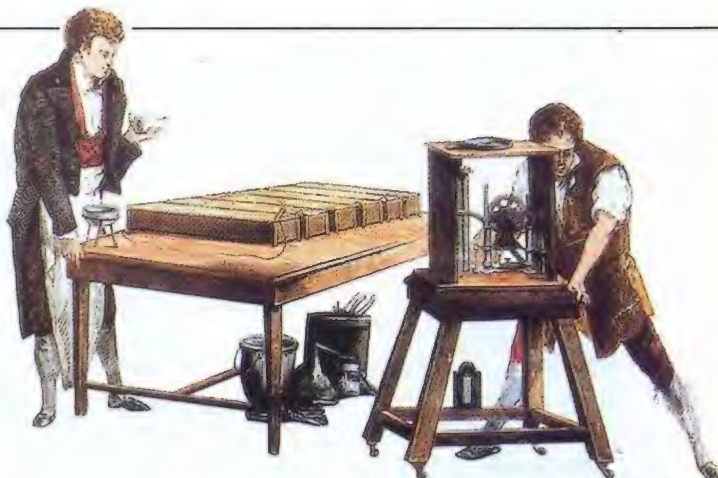
صخـر الحجـر الرملـى

تحتوى هذه العينة من صخر الحجر الرملى على خام النحاس الذى يتكون فى الغالب من كربونات النحاس الذى يميل لونه إلى الاخضرار. والحجر الرملى عبارة عن حجر رسوبى وهو يتكون بصفة رئيسية من السيليكا وقد تراكمت طبقات السيليكا على هيئة الرمل عبر ملايين السنين. وفى أثناء تكونه تختلط به مواد أخرى، ويقوم المحللون بتعيين مقدار الفلز الموجود فى الصخرة لكى يحددوا ما إذا كان للتعدين جدوى اقتصادية.

الفلزات فى الجدول الدورى



تمتلك مجموعات العناصر الرأسية الخواص ذاتها. وكل الفلزات القلوية الواقعة على يسار الجدول تتفاعل مع الماء مكونة مادة قلوية. أما الفلزات الانتقالية التى تقع بدءًا من الصف الأفقى الرابع حتى أسفله، فهى تشتهر بتنوع ألوان الأملاح التى تكونها.



فصل الفلزات التفاعلية

أصبح السير همفرى ديفى (1778–1829) أستاذًا فى المؤسسة الملكية بإنجلترا فى عام 1801 أى بعد إنشائها بعام واحد. وقد أحرزت محاضراته فى الموضوعات العلمية نجاحًا باهرًا وتوافد أفراد المجتمع الراقى للاستماع إليه. وبعد اكتشاف العمود الفلطائى (ص46–47) بنى ديفى بنفسه بطارية ضخمة من الخلايا الفلطائية واستخدم الكهرباء الناتجة منها فى فصل فلز البوتاسيوم أولاً ثم فلز الصوديوم من هيدروكسيداتها. وفى العام التالى فصل الماغنسيوم والكالسيوم والإسترنتيوم والباريوم. ويجب أن تستخرج هذه الفلزات من خاماتها المنصهرة بواسطة الكهرباء لأنها شديدة التفاعلية (القابلية للتفاعل). ويمكن أن تستخلص الفلزات الأقل تفاعلية – على سبيل المثال النحاس (ص44–45) – من خاماتها عن طريق تسخينها إلى درجات حرارة عالية.



الإسترنتيوم

سمى هذا العنصر الفلزى على اسم مدينة سترونشيان الإسكتلندية حيث وجدت الخامات المحتوية على الإسترنتيوم أول مرة. وهذا الفلز الفضى الناعم يتفاعل مع الماء ويحترق فى الهواء. ويستخدم لهبه الأحمر فى الألعاب النارية، وقد صنعت زجاجات العينات تلك خصيصًا لكى تتناسب مع لوحة العرض.

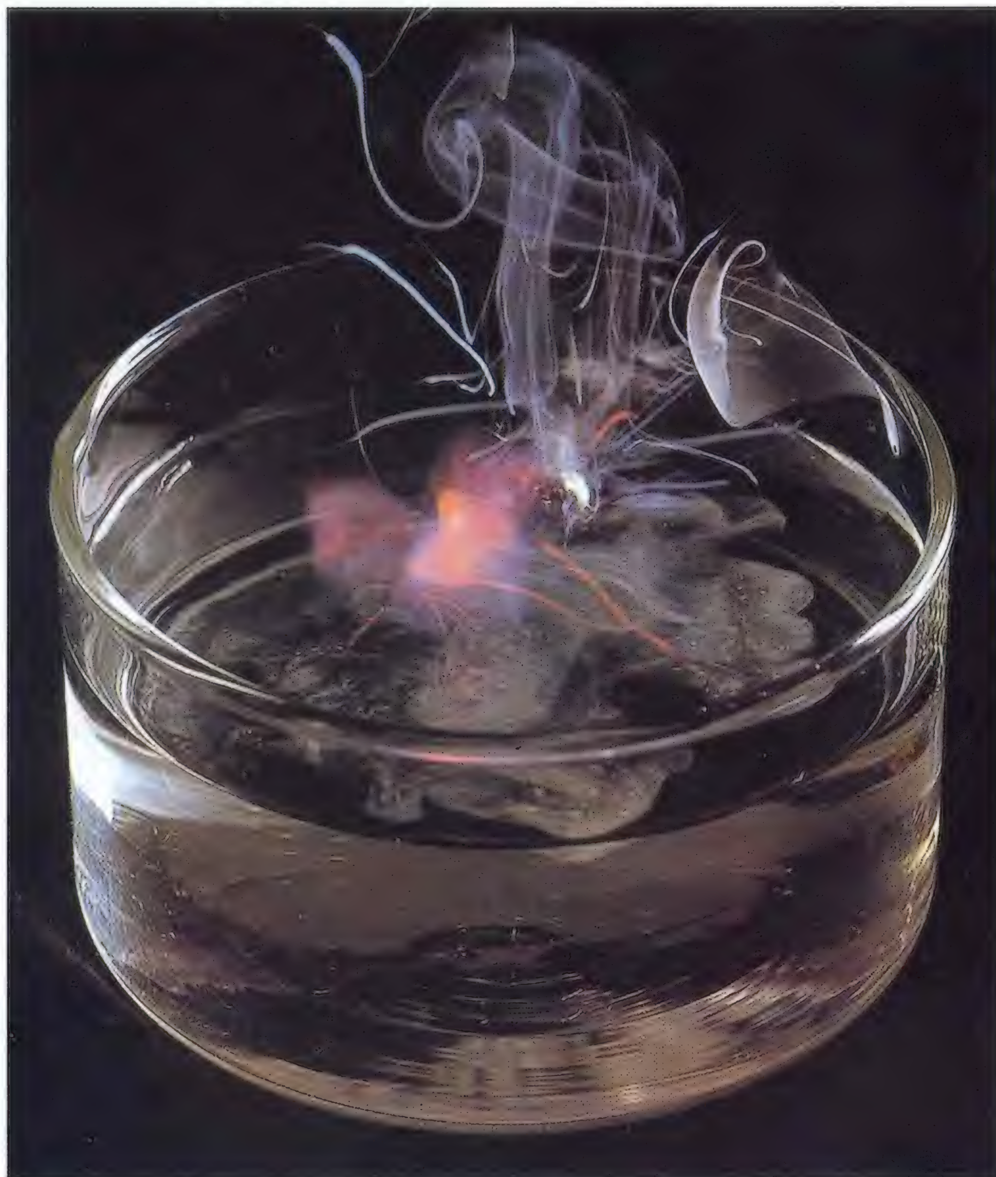


الجاليوم

هذا الفلز أملس ولونه أبيض فضى بالألومنيوم، وقد تنبأ مندليف بوجوده (ص22–23) ونظرًا لانخفاض نقطة انصهاره حوالى 86° F (30° C) فإنه ينصهر إذا حمل فى يد دافئة. ويتم استخلاصه بواسطة التحليل الكهربائى كمنتج ثانوى لتعدين البوكسيت (ص18–19) ويستخدم فى صناعة الإلكترونيات.

كيف تتفاعل الفلزات؟

يقال إن عنصرًا ما تفاعلى إذا كان من السهل أن يكتسب أو يفقد الإلكترونات التى تستخدم فى تكوين الروابط (ص20–21) ويمكن ترتيب الفلزات حسب قابليتها للتفاعل مع الماء والهواء. ويعرف هذا الترتيب بسلسلة التفاعلية، وهو يبين مدى سهولة استخلاص الفلز من خامة. ويأتى الذهب وهو أقل الفلزات قابلية للتفاعل فى ذيل القائمة فهو لا يتفاعل مع الماء أو الأحماض المخففة أو الهواء ويوجد فى الطبيعة على هيئة عنصر.



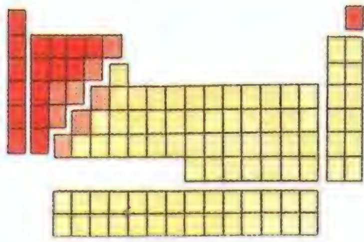


تفاعلية الفلزات المختلفة

يسلك البوتاسيوم والقصدير سلوكًا مختلفًا عندما يلمسان الماء، ففلز البوتاسيوم (إلى اليمين) يتفاعل بشدة وتتولد كمية حرارة ضخمة حتى إن غاز الهيدروجين الناتج يحترق ويشتعل محدثًا لهبًا بنفسجى اللون. أما القصدير (إلى أعلى) الذى يقع فى موضع منخفض فى السلسلة التفاعلية، فيتفاعل بالكاد مع الماء. فإذا استُخدم حمض مخفف كان تفاعل البوتاسيوم أشد بينما يتفاعل القصدير ببطء شديد لينتج الهيدروجين.

اكتشـاف اللافلـزات

معظم العناصر من الفلزات. وتسمى العناصر الأخرى التى ليست بالفلزات باللافلزات. ونصف هذه اللافلزات غازات مثل الأكسجين والنيتروجين والكلور. والبروم سائل فى درجة حرارة الغرفة بينما تكون العناصر الأخرى اللافلزية من المواد الصلبة. وعادة ما تكون الخواص الفيزيائية للافلزات عكس تلك المميزة للفلزات. وفى الحالة الصلبة تكون اللافلزات هشة ولا يمكن طرقها لتشكيلها (غير طيعة) أو سحبها على هيئة أسلاك (غير قابلة للسحب). وللعناصر نفسها تركيب كيميائى مختلف عن الفلزات. وهى ليست موصلات جيدة للكهرباء أو الحرارة. وتختلف أيضًا تفاعلات اللافلزات الكيميائية عن تفاعلات الفلزات. فاللافلزات لا تتفاعل مع الأحماض المخففة، وعندما تحترق فى الهواء أو الأكسجين، فإنها تكوِّن الأكاسيد (ص40–41) التى تنتج الأحماض مع الماء. وتظهر بعض المواد الصلبة سلوكًا بين سلوك الفلز واللافلز: وتسمى نصف فلزات أو أشباه موصلات. وقد كانت مجموعة كاملة من اللافلزات مجهولة حتى تسعينيات القرن التاسع عشر وهى مجموعة الغازات الخاملة (ص32–33).



علـى الجدول الـدورى

تقع اللافلزات إلى أعلى يمين الجدول، وتظهر العناصر شبه الفلزية (اللون الوردى الفاتح) سلوك اللافلزات والفلزات معًا. وبعضها مثل السيليكون من أشباه الموصلات. والهيدروجين أيضًا لا فلز.



يتفاعل العامل المؤكسد مع الفوسفور

الفوسفور

حامـل الضـوء

يتوهج الفوسفور الأبيض الذى اكتشف فى عام 1669 فى الظلام، وقد كان يستخدم فى أعواد الثقاب؛ لأنه سهل الاشتعال. ولكنْ نظرًا لسُمِّيته العالية، استبدل به الفسفور الأحمر فى عام 1845. وفى أعواد ثقاب الأمان المبينة تشتمل العلبة على الفوسفور، بينما يحتوى رأس عود الثقاب على مادة مؤكسدة تشتعل عند احتكاكها بالفوسفور.

جهاز مصنوع من مادة البلاتين لأن فلوريد الهيدروجين يذيب الزجاج

حامل الماسك ومعه حلقةُ المعوجة

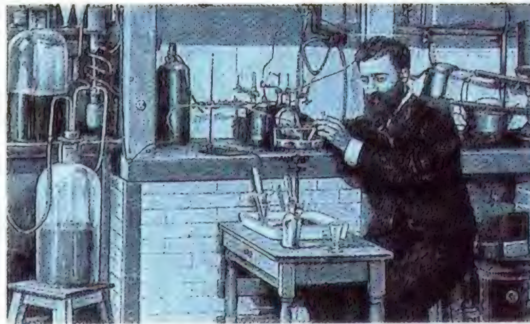
معوجة تحتوى على ثنائى فلوريد البوتاسيوم الهيدروجينى

أنبوب التوصيل

يتم التسخين بواسطة موقد بنزن

اكتشـاف الفلوريـن

على الرغم من أن أملاح الفلورين ـ الفلوريدات ـ كانت تستخدم منذ قرون فإن غاز الفلورين ـ وهو أكثر العناصر قابلية للتفاعل على الإطلاق ـ لم يُفْصَل حتى عام 1886. فليس هناك مركب يتخلى بسهولة عما يحتويه من الفلورين. ولذلك فمثله مثل الفلزات الأكثر تفاعلية، لا يمكن فصله إلا عن طريق التحليل الكهربائى (ص46–47). باستخدام هذا الجهاز كان يتم الحصول على الغاز من محلول ثنائى فلوريد البوتاسيوم الهيدروجينى (KHF2) فى فلوريد الهيدروجين السائل (HF). ويجب أن يكون فلوريد الهيدروجين المستخدم لامائيًا (أى خاليًا تمامًا من الماء) وإلا سوف ينتج الأكسجين.



مواسان فـى معملـه

يظهر هنا هنرى مواسان (1852– 1917) فى معمله فى باريس. وقد نجح مواسان أخيرًا فى الحصول على الفلورين ـ وهو غاز مائل للاصفرار. وقد حرص فى تجاربه على ألا تتلامس الغازات الخارجة من القطبين وقد استخدم خليطًا من الكيماويات وصنع الجهاز من البلاتين، لأن فلوريد الهيدروجين يذيب الأوانى الزجاجية. وقد عانى مواسان من التأثيرات السامة لغاز فلوريد الهيدروجين وغاز الفلورين مثلما عانى زملاؤه العلماء الذين حاولوا أن يفصلوا هذه المادة الكيميائية الخطيرة.



أسنـان أكثر قـوة وصحة

تحمى كميات ضئيلة من الفلوريد الأسنان من مهاجمة الأحماض الموجودة بالطعام. ويتم هذا عن طريق إضافة الفلوريد لإمدادات المياه. ويضاف الفلوريد حاليًا لمعجون الأسنان العصرى. وقد قللت هذه العملية من تسوس الأسنان الخطير.

الماس والجرافيت

توجد العديد من العناصر اللافلزية على أكثر من هيئة واحدة (شكل متأصل) والكربون ليس استثناء (ص48–49). والماس وهو أصلب المواد لا لون له بينما الجرافيت ناعم وأسود اللون، وكل منهما لا يحتوى إلا على ذرات الكربون. وقد استخدمت كاثلين لونسديل (1903–1971) هذا النموذج لإيضاح ترتيب ذرات الكربون المختلف فى الشكلين المتأصلين. ويتكون الجرافيت من طبقات مسطحة، بينها مسافات كبيرة من ذرات الكربون. وتنزلق هذه الطبقات بسهولة على بعضها البعض مما يجعل الجرافيت شحمَ تزليق جيدًا. ويمكن القول إن الإلكترونات التى تربط الطبقات معًا لا ترتبط بشدة بذرات معينة، ولذا فهى توصل الكهرباء بشكل جيد. أما فى الماس فإن كل ذرة كربون ترتبط بأربع ذرات كربون أخرى فى تركيب منتظم من روابط شديدة القوة. (وتمثل حلقات المطاط الروابط فى النموذجين المبينين هنا).



ترتيب ذرات الكربون فى الماس



ترتيب ذرات الكربون فى الجرافيت



قنــــاع الغـاز (1917)

الاستخدام المأساوى للكلور

استخدم الجانبان (دول الحلفاء، ودول المحور) الغازات السامة فى أثناء الحرب العالمية الأولى (1914–1918). وقد استُخدم الكلور لأول مرة فى مدينة ايبر فى بلجيكا عام 1915 . وقد تدفق الغاز الأخضر الثقيل على الريف واستنشقه جنود الحلفاء، مما تسبب فى ملء رئاتهم بالسائل وغرقهم. والذين لم يموتوا أصيبوا بالمرض والعجز مدى حياتهم. وقد أُنتجت الأقنعة بأعداد هائلة أثناء الحرب العالمية الثانية (1939–1945) ولكن لحسن الحظ لم تلعب الحرب الكيميائية أى دور فى العمليات العدائية الحربية.

قمع سنانى يعلو الكلوريد المثيلى

قطب من سبيكة البلاتينو - إيريديوم عند الأنود (الطرف الموجب)

قطب من البلاتين عند الكاثود (الطرف السالب)

أسلاك إلى مصدر الكهرباء

يجمع غاز الهيدروجين هنا

يجمع غاز الفلورين هنا

حمام التبريد باستخدام كلوريد الميثيل

حامل ثلاثى القوائم

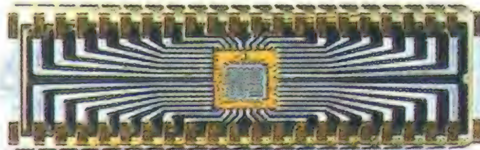
سوف يستخدم الثلج والملح الموضوعان فى الكأس لتكثيف فلوريد الهيدروجين

يتكشف فلوريد الهيدروجين فى قارورة من البلاتين



عناصر من البراكين

يمكن أن يوجد الكبريت على منحدرات البراكين. وقد عرف الكبريت منذ القدم، وكان الكيميائيون القدماء يعتقدون أنه يمثل جوهر النار. وأهم مركب صناعى للكبريت هو حمض الكبريتيك (ص62–63). البركان المبين هو جبل سانت هيلينز فى ولاية واشنطن الذى ثار عام 1980.



استخدام أشباه الموصلات

هذه الشريحة من السيليكون أصغر من ظفر طفل رضيع وقد حفرت على سطحها مجموعة من الدوائر الكهربائية. وكلٌّ من السيليكون والجرمانيوم من أشباه الموصلات– أى أنهما ليسا موصلين جيدين للكهرباء. ولكن «إضافة» مقادير ضئيلة من الشوائب إلى شريحة السيليكون تجعلها موصلة للكهرباء. ويمكن تصميم دوائر كهربائية معقدة على مسافة بالغة الصغر وبسبب صغر حجم الشرائح يمكن أن يكون حجم الأجهزة الإلكترونية ـ مثل الكمبيوتر والساعات الرقمية ـ صغيرًا ومناسبًا.

المرحلة الأخيرة

يحتوى الأنبوب البلاتينى الذى يتخذ شكل حرف الـ U على فلوريد الهيدروجين وثنائى فلوريد البوتاسيوم الهيدروجينى تمرر الكهرباء خلال المحلول مقسمة فلوريد الهيدروجين إلى غازين الفلورين والهيدروجين. ولابد من جمع الغازين بصورة منفصلة لتجنب حدوث تفاعل خطير.

نظرة على الهواء



الغازات الناشئة عن الاحتراق

أدرك «ج.ب. فان هيلمونت» أنه يمكن إنتاج غازات مختلفة كيميائيًا عن طريق حرق المواد. وقد أدرك أن هذه الغازات تختلف عن الهواء الذى نستنشقه.

يتكون الهواء المحيط بنا من خليط من الغازات. والغازان الرئيسيان فى الهواء هما الأكسجين والنيتروجين. ومعظم الغازات لا يمكن رؤيتها أو الإحساس بها. فى الواقع، لم يدرك الناس أن هناك غازات مختلفة، وحتى القرن السابع عشر كان فى اعتقادهم أن هناك مجرد هواء اُعْتُبر واحدًا من العناصر الإغريقية الأصلية. وقد حاول يوهان فان هيلمونت (1577-1644) أن يصنع «أشكالاً من الهواء» كيميائيًا. ونظرًا لتكرار كسر جهازه الزجاجى كثيرًا أطلق عليها اسم «غاز» وهو مشتق من كلمة إغريقية تعنى الفوضى. وقد بدأت دراسة الغازات بجدية فى القرن الثامن عشر. وكانت العقبة الرئيسية هى كيفية التعامل مع الغازات. وقد اخترع جوزيف بريستلى حوض تجميع الغازات تحت الماء أو الزئبق، ومازال يستخدم فى المعامل حتى الآن. وكان أول غاز تم دراسته بالتفصيل هو غاز ثانى أكسيد الكربون. وقد صنعه جوزيف بلاك بعدة طرق مختلفة وإدراكًا منه أنه ليس هواء عاديًا أطلق عليه اسم «الهواء الثابت». وبنهاية القرن الثامن عشر كان العديد من الغازات الشائعة قد تم تحضيره ودراسته فى إطار علمٍ يعرف باسم كيمياء الهواء.

التعامل مع الغازات

استخدمت مثانة الخنزير على نطاق واسع فى القرن الثامن عشر لاحتواء الغازات التى تستخدم لإجراء التجارب. وكانت تحمل فيها أيضًا الغازات التى يراد وزنها. وقد استخدم بريستلى ثانى أكسيد الكربون المحتوَى فى مثانة لتحضير مياه معدنية اصطناعية. وقد اشتكى جون نوث (ص28) من النكهة التى أضفتها المثانة على المياه، وابتكر جهازه الزجاجىَّ بدلاً منها.

قمع سنانى

أنبوب توصيل

جوزيف بلاك (1728-1799)

لقد ازدادت المعرفة الكيميائية بصورة هائلة نتيجة للتجارب الدقيقة التى أجراها بلاك وهو كيميائى إسكتلندى مرموق. وقد أثبتت تجاربه العلمية فى نهاية المطاف أن هناك غازات أخرى إلى جانب الغازات الموجودة فى الجو. وقد حضَّر بلاك غاز ثانى أكسيد الكربون أول مرة فى أثناء دراسته حموضة المعدة وكيفية علاجها.

جوزيف بريستلى (1733-1804)

صنعت هذه الميدالية التى تمثل القس والعالم الإنجليزى على يد الخزاف الإنجليزى جوزايا ودجوود الذى زوَّد بريستلى أيضًا بالكثير من أجهزته الكيميائية. وقد قام بريستلى بدراسة العديد من الغازات باستخدام حوض تجميع الغازات الذى اخترعه، وذلك قبل اكتشافه الأكسجين. وقد درس ثانى أكسيد الكربون الذى نتج كمنتج جانبى فى مصنع الجعة المجاور، واخترع طريقة لتحضير الماء المُكربن.

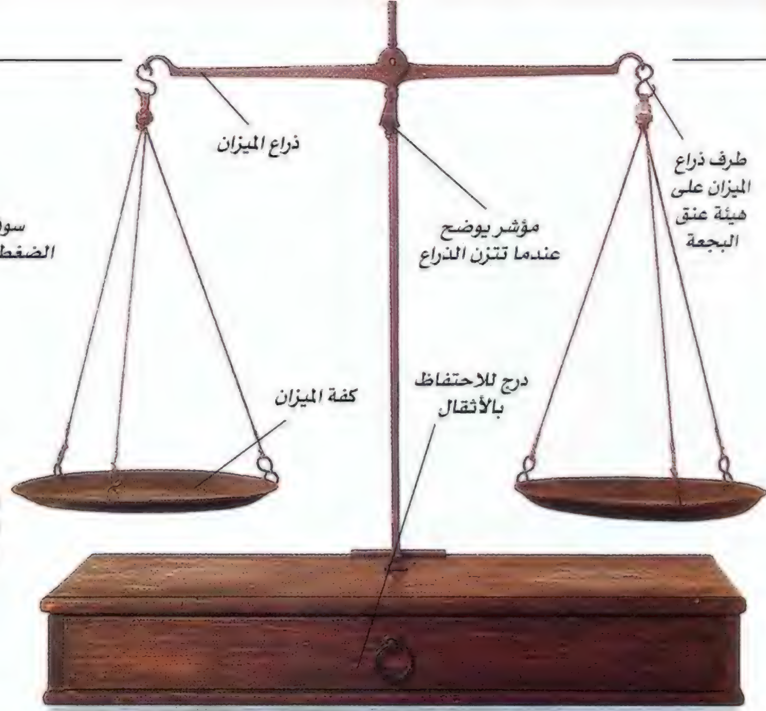


حمض الهيدروكلوريك

كربونات الماغنسيوم فى أثناء تفاعلها مع الحمض

تصنيع ثانى أكسيد الكربون

فى هذه التجربة يتم تحضير ثانى أكسيد الكربون (CO_2) بواسطة إحدى الطرق التى استخدمها جوزيف بلاك. يضاف حمض الهيدروكلوريك إلى كربونات الماغنسيوم (أو ماغنيسيا ألبا» كما أسماها بلاك) ويجمع الغاز الناتج باستخدام حوض التجميع. وقد أدرك بلاك أنه يمكن أيضًا أن ينتج هذا الغاز عن طريق تسخين أحد الكربونات أو عن طريق حرق الحجر الجيرى. وقد أطلق عليه اسم «الهواء الثابت» لأنه أدرك أنه ليس بالهواء نفسه الذى يستنشقه على الرغم من أنه أثبت أن مقادير صغيرة من هذا الغاز توجد فى الجو.



ميـزان بـلاك

سجل بلاك بدقة كتل المواد الكيميائية التى استخدمها والغازات التى أنتجها مما ساعده على فهم ما الذى يجرى فى أثناء تجاربه. وكان من أوائل من أدركوا أهمية القياسات الدقيقة. وعلى الرغم من هذا، فإن هذا الميزان يعد بدائيًا جدًا مقارنة بالموازين الكيميائية الأحدث منه (ص60–61).

وعاء الغاز المقلوب

فقاعات CO_2

رف على شكل خلية نحل

حوض تجميع الغاز



غاز ثانى أكسيد الكربون يتخلل الماء على هيئة فقاقيع

الماء المراد كربنته بالداخل

يسحب الماء المعدنى الاصطناعى من هنا

يسمح الصمام للغاز بالمرور إلى أعلى، ولكنه يمنع الماء من أن يترشح إلى أسفل

توضع شرائح الرخام والحمض هنا

تسبب الشرارة الكهربائية اشتعال الغازات

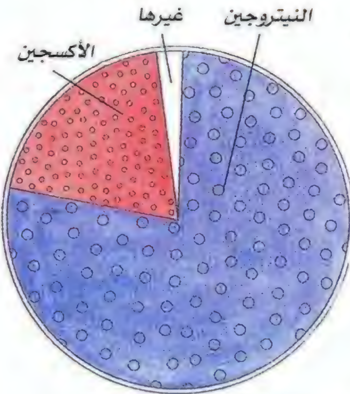
يغذى الغاز من هنا

الماء المكربن

قام جون نوث وهو طبيب إسكتلندى بتطوير طريقة ابتكرها بريستلى فى عام 1767 لتحضير الماء المكربن. وقد كان ثمة اعتقاد خاطئ بأن الماء المكربن يشفى من الأسقربوط وهو مرض ينتج عن نقص فيتامين سى وقد استخدم جهاز نوث الرائع بتوسع فى الصيدليات وفى المنازل الخاصة.

نقاء الهواء

فى عام 1766 اكتشف هنرى كافنديش (1731–1810) الهيدروجين – وقد أسماه «الهواء القابل للاشتعال». وظن أنه قد يكون اللاهوب «الفلوجيستون» النقى (ص30–31) وقد استخدم إيديومتر (مقياس تحليل الغازات) ليوضح أن الهيدروجين يحترق فى الأكسجين لتكوين الماء، مما يثبت أن الماء يتكون من الهيدروجين والأكسجين. وقد استخدم المصطلح «إيديومترى» لوصف قياس درجة نقاء الهواء.



ما الذى يوجد فى الهواء؟

يتكون الهواء الذى نستنشقه فى الغالب من النيتروجين وهو غاز غير تفاعلى ومعه الأكسجين الضرورى للحياة، والذى تبلغ نسبته حوالى الخمس. ويتكون الجزء الباقى من مقادير ضئيلة من الغازات الخاملة (ص 32–33) والملوثات وثانى أكسيد الكربون الذى تزفره الحيوانات وتستخدمه النباتات لكى تنمو (ص 50–51).

تفاعلات الاحتراق

تزود النار البشر بالضوء والحرارة التى هى وسيلة الطهى وصهر المعادن. وقد كان الاحتراق من أوائل ما درس من تفاعلات كيميائية بالتفصيل. ونحن على علم الآن أنه عند احتراق المواد فى الهواء فإنها تتفاعل مع الأكسجين الموجود فيه مكونة مركبات جديدة وتاركةً أحيانًا بقايا من الرماد. وبعض المركبات تكون فى الحالة الغازية فتختفى فى الهواء، وبعضها يأخذ شكل مواد صلبة تتبقى فى الإناء وقد افترضت بعض النظريات المبكرة أن حرق الخشب لتكوين الرماد يماثل فى الأساس حرق الفلزات. وفى كلتا الحالتين كان يعتقد أن الحرق يحرر جزءًا من المادة الأصلية على هيئة اللاهوب «الفلوجيستون» (من الكلمة الإغريقية فلوجيستوس وتعنى قابل الاحتراق). وقد ظهر أن هذه الفكرة تساعد فى فهم العمليات الكيميائية المتصلة بعملية الاحتراق؛ لأنه عندما وزنت نواتج التفاعلات بدقة أكثر أدرك العلماء أنه على الرغم من كون الرماد المتبقى عن احتراق الخشب قد خَفَّ وزنه فإن الفلزات ازداد وزنها بالفعل عندما حرقت.



نظرية اللاهوب «الفلوجيستون»

اعتقد الكيميائى الألمانى جورج أرنست شتال (1659-1734) أنه عندما تحترق المواد فإنها تطلق مادة أسماها اللاهوب «فلوجيستون». وقد ظهر أن هذه النظرية تساعد على تفسير التفاعلات وقد اجتذبت العديد من المفكرين ولكن أنطوان لافوازييه أثبت خطأها (انظر أسفله).

يسخن الزئبق فى المعوجة ليكوّن الكلس

مقبض للحمل

فرن الطين الحرارى

فتحة للوقود

احتراق الشمعة

الشمع عبارة عن خليط من مركبات تحتوى فى الأساس على الكربون والهيدروجين. وعندما تشعل الفتيلة يسحب بعض الشمع إلى أعلى الفتيلة ويتبخر. ويحترق البخار مستهلكًا بعض الأكسجين من الهواء، وينتج الجزء الأصفر من اللهب عن توهج جسيمات الكربون عند درجات الحرارة المرتفعة. أما الكربون الذى لم يحترق فإنه يكون السخام.

أبو الكيمياء



بعد أن اكتشف الإنجليزى جوزيف بريستلى الأكسجين عام 1774 بدأ الفرنسى أنطوان لافوازييه (1743-1794) - الذى أطلق على الغاز اسم أكسجين - فى دراسة خواصه وخواص الهواء. وقد اقترح نظرية جديدة تمامًا فسرت تكوُّن أكاسيد الفلزات (ص 40-41) وكذلك أتاحت فهم التفاعلات التى تحدث فى أثناء حرق الخشب أو الشمع. وكان لافوازييه ينحدر من أسرة ثرية وقد حوكم وأعدم بالمقصلة فى أثناء الثورة الفرنسية بسبب تورطه فى تحصيل الضرائب.



تجارب على الهواء (حوالى 1801)

ناقوس زجاجي

يرتفع مستوى الزئبق هنا عندما يتفاعل الأكسجين مع الزئبق المسخن

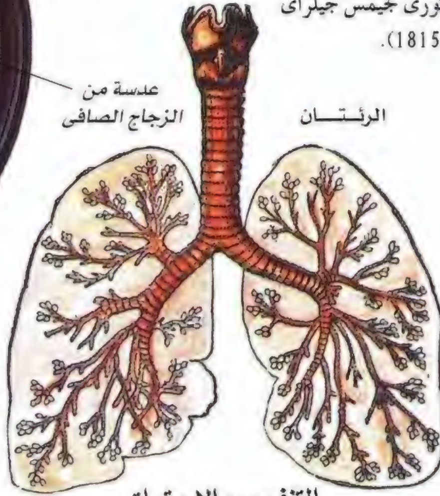
حوض تجميع الغاز الذى سوف يمتلئ بالمزيد من الزئبق

تحليل الأكسجين

بدأ لافوازييه فى تحليل مكونات هواء الجو، فقام بتسخين الزئبق فى معوجة يؤدى عنقها إلى ناقوس زجاجي مقلوب يحتوى على هواء موضوع فوق الزئبق فيما يعرف باسم حوض تجميع الغاز (أو الهواء) . وكان يعلم إجمالى حجم الهواء الموجود بالمعوجة والناقوس الزجاجي فى البداية . وعندما سخن الزئبق رأى قشورًا حمراء من «الكلس» (أكسيد الزئبق) تظهر على سطح الزئبق. وبعد ذلك باثنى عشر يومًا عندما تأكد من عدم حدوث أية تفاعلات أخرى قام بقياس حجم الهواء المتبقى فى الناقوس الزجاجي، ووجده حوالى خمسة أسداس الحجم الأصلى. ولكن لا يمكن أن يحترق شيء فى الهواء المتبقى ولا أن يُستنشق شيء منه. وعندما سخن الكلس الزئبقى حصل على كمية الغاز نفسها (الأكسجين) التى فقدها من قبل فى التجربة الأولى.

الغـاز المضحـك

من الممكن أن تساعد غازات أخرى على الاحتراق ومنها على سبيل المثال أول أكسيد النيتروجين. واسمه الشائع الغاز المضحك الذى يمكنه أيضًا أن يساعد على التنفس - محدثًا الصخب والضحك كما يبين هذا الرسم الكاريكاتورى لجيمس جيلراى (1757-1815).



التنفس والاحتراق

عندما نستنشق الأكسجين فإنه يمرر إلى جزيئات خاصة فى الدم تسمى هيموجلوبين تقوم بنقله إلى العضلات التى تحتاج إليه. وعندما يصل الأكسجين إليها فإنه يتفاعل مع جزيئات الطعام بالطريقة نفسها التى يتفاعل بها مع المواد التى تحترق فيه فينتج ثانى أكسيد الكربون والطاقة التى نحتاج إليها.



طريقة قديمة لتسخين العينات

استخدمت عدسات أنيقة للحرق مثل المبينة، وذلك لتجميع أشعة الشمس للتزود بالحرارة قبل أن يصبح الغاز سهل المنال. ويمكن أن توجه الحرارة مباشرة إلى العينات الموضوعة داخل الجرار الزجاجية بدون تسخين المساحة المحيطة أكثر من اللازم.



رمز الكيمياء التجريبية

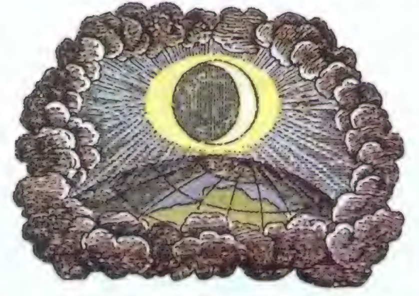
اخترع الكيميائى الألمانى روبرت بنزن (1811-1899) موقد بنزن فى عام 1855؛ لأنه كان يحتاج إلى لهب لا لون له. فقد كان يريد أن يستخدمه فى اختبارات اللهب لتحليل الأملاح الموجودة فى المياه المعدنية. وقد استخدم موقد بنزن - الذى يخلط الهواء مع الغاز قبل احتراقه - بتوسُّع فى معامل الكيمياء منذ ذلك الحين.



التسخين المحمـول

استخدمت أنابيب النفخ منذ القدم (ص10-11). وقد أدخلها السويدى أكسل فريدريك فون كرونستد (1722-1765) فى تحليل المعادن. ويسمح منفث الهواء ببلوغ درجات حرارة عالية باستخدام الشموع أو مصابيح الكحول فقط.

الغازات الخاملة



التعرف على الهليوم

أثناء كسوف الشمس عام 1868 شاهد عالم الفلك الفرنسى بيير جانسن (1824–1907) خطًا طيفيًا لونه أصفر ساطع. وقد اعتقد أن هذا يعنى وجود عنصر جديد، سمى هليوم من الكلمة الإغريقية هليوس أى الشمس.

فى بداية تسعينيات القرن التاسع عشر، لم يكن يخطر ببال أحد أن هناك مجموعة منفصلة من الغازات فى الجدول الدورى (ص22–23) – وهى الغازات الخاملة (الغازات النبيلة). والغازات الخاملة مألوفة لنا بسبب استعمالها فى لافتات النيون وبالونات الهليوم. وبحلول عام 1900 كان قد تم التعرف على هذه المجموعة الجديدة بأكملها وفصلها. وفى أثناء إجراء محاولة لتعيين الكتلة الذرية للنيتروجين بدقة اكتشف الفيزيائى البريطانى اللورد رايلى (1842–1919) أن النيتروجين المحضر من الأمونيا أخف من النيتروجين المستخرج من الهواء الجوى بشكل ملحوظ. وقد اشترك مع وليام رامزى (1852–1916) فى دراسة نيتروجين «الجو» وعندما فصَلا النيتروجين منه حصَلا على كمية ضئيلة من غاز آخر. وبما أنه لم يتفاعل مع أى شىء فقد أطلق عليه اسم أرجون من الكلمة الإغريقية التى تعنى كسولاً. وتم اكتشاف الهليوم بعد ذلك بسنة عام 1895 وبعدها بدأ رامزى ومساعده موريس ترافرز (1872–1961) البحث عن عناصر إضافية فى هذه المجموعة. وكان السبيل إلى ذلك استخدام التقطير التجزيئى (ص14–15) لكميات كبيرة من الهواء السائل والأرجون. وفى عام 1898 كللت جهودهما بالنجاح فقد قاما بتحضير الكريبتون والنيون والزينون.

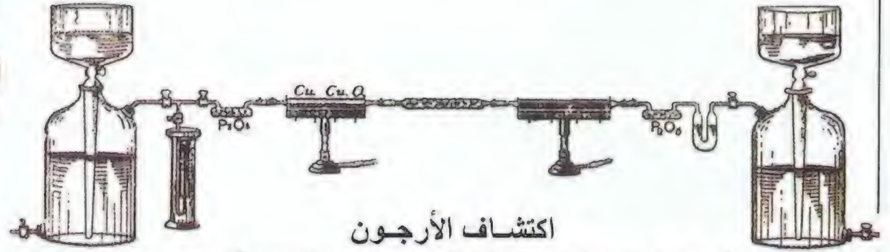
مضخة توبلر

استخدم رامزى وترافرز مضخة توبلر المبينة لطرد الهواء من جهازهما ولجمع الغازات الخاملة. ويعزى اللون البنفسجى للزجاج إلى الإشعاع الناتج عن الرادون.



السير وليام رامزى

كان رامزى كيميائيًا بريطانيًا وقد اكتشف الأرجون بالاشتراك مع الفيزيائى لورد رايلى، وقد نال جائزة نوبل فى الكيمياء عام 1904.



اكتشاف الأرجون

يكون النيتروجين معظم هواء الجو. وقد صمم رامزى هذا الجهاز لكى يمتص كل الغازات المعروفة من النيتروجين الجوى. مرر الهواء فى البداية على نحاس مسخن للتخلص من الأكسجين، ثم مررت الغازات المتبقية خلال الجهاز الذى يزيل الرطوبة وأى أكسجين متبقٍ والملوثات وثانى أكسيد الكربون والنيتروجين ولم يتبق فى النهاية إلا واحد على ثمانين من حجم الغاز. وقد فحص رامزى هذا الغاز المتبقى بواسطة مطياف (ص 60–61) ووجد خطوط طيف جديدة لا تنتمى لأى غاز معروف حينئذ. وقد اشترك هو ورايلى فى إعلان اكتشاف الأرجون فى عام 1894.



هليوم من معدن المونازيت



هليوم من معدن الكليفيت



هليوم من معدن البتشبلند



هليوم من معدن السمرسكيت

عينات الهليوم

بعد اكتشاف جانسن لعنصر فى الشمس انطلق العلماء فى البحث عن الهليوم على الأرض. وقد حصل عليه رامزى عن طريق غلى معدن الكليفيت مع الحمض المخفف وعندما رأى الخط الأصفر الساطع فى طيفه أدرك أنه مطابق للخط الذى شوهد فى طيف الشمس فى أثناء كسوفها عام 1868. وقد أرسل عيناته المبينة هنا إلى السير وليام كروكس (ص18–19) وعالم الفلك نورمان لوكيير (1836–1920). وفى عام 1895 أثبتا أن الغاز هو الهليوم عن طريق التحليل الطيفى (ص 58–59).



استخدامات الهليوم

يستخدم الهليوم لملء البالونات والمناطيد لأنه أخف كثيرًا من الهواء. ولأنه لا يتفاعل (خامل) فهو أكثر أمانًا من الهيدروجين الذى يمكن أن ينفجر فى الهواء. وقد استخدمت مناطيد الأرصاد الجوية المبينة أعلاه لحمل الأجهزة اللازمة لدراسة ثقب طبقة الأوزون فوق القطب الشمالى عام 1990. وقد بلغ بعض المناطيد ارتفاع 18 ميلاً (28 كيلومترًا). ويستخدم الهليوم أيضًا فى صنع صوت شخصية الرسوم المتحركة بطوط (Donald Duck) لأن موجات الصوت تنتقل بسرعة أكبر فى الغاز الخفيف وعندما يستنشق الممثل الهليوم يصبح صوته حاد النبرة.



بالونات مملوءة بالهليوم



استخدام الأرجون فى مصابيح الإضاءة

لقد وجدت استخدامات عديدة للغازات الخاملة منذ اكتشافها وذلك بسبب عدم قابليتها للتفاعل. وكثيرًا ما يستخدم الأرجون فى التجارب للحصول على جو غير متفاعل (خامل) كما فى هذا المصباح؛ لأنه لا يتفاعل مع الفتيلة المصنوعة من التنجستين حتى عند درجات الحرارة المرتفعة.



لافتات النيون

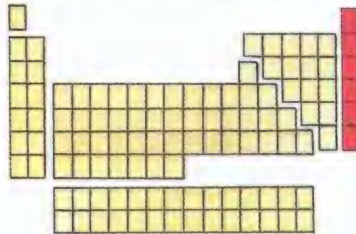
ينبعث من النيون ضوء مائل للحمرة عندما تمر الكهرباء فى أنبوب هوائى يحتوى عليه. ولذلك يستخدم هذا الغاز فى إنتاج الإعلانات ذات الألوان الزاهية فى مدينة لاس فيجاس. ويتم الحصول على مردود ضوئى عال بالنسبة إلى الطاقة المستخدمة، ويستخدم غاز خامل آخر – وهو الزينون – لملء الأنابيب الفلورية ولتزويد المنارات بالضوء. وعلى الرغم من الاعتقاد بكونه غير قابل للتفاعل إلا أنه قد تم تحضير بعض مركبات الزينون مع الفلورين شديد التفاعلية (ص26، 27) منذ عام 1962.



صخـر الجـرانيـت

مصادر الرادون

لُوحظ غاز الرادون ـ وهو أثقل الغازات الخاملة ـ فى أول الأمر باعتباره الغاز الناتج عن تحلل عنصر الراديوم النشط إشعاعيًا (ص34، 35). وقد وجد أن بعض أحجار الجرانيت التى تستخدم لبناء المنازل تنبعث منها كميات ضئيلة من الرادون ولكنها يمكن أن تتراكم فى المناطق الضيقة.



موقعها فى الجدول الدورى

تقع الغازات الخاملة إلى يمين الجدول الدورى لمندليف (ص22، 23) بعد عناصر الهالوجين. ولكل غاز قشرة خارجية كاملة من الإلكترونات مما يفسر عدم قابليتها للتفاعل وعدم اكتشافها فى وقت مبكر عن ذلك.

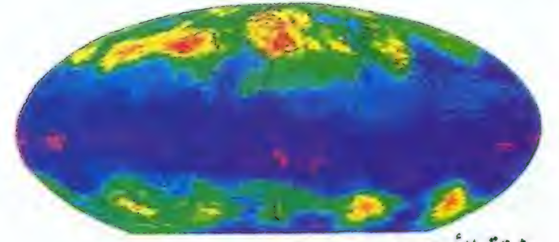


إضافة عناصر جديدة

صمم السير وليام كروكس طريقة خاصة به لتمثيل الجدول الدورى فى هذا النموذج الحلزونى المفصل ذى الأبعاد الثلاثة فى عام 1888 قبل اكتشاف الغازات الخاملة. وعلى الرغم من ذلك كان من السهل أن يوجد لمجموعة العناصر الجديدة مكان ملائم عند منتصف الجدول.

التفاعــلات الكيميــائيــة

يمكن أن تحدث التفاعلات الكيميائية بصورة طبيعية بدون تدخل بشرى (ص8–9). وتحدث التفاعلات فى الكائنات الحية من خلال استخدام بروتينات تسمى أنزيمات فى تفاعلات حفازة مركبة (ص36–37). ويمكن للبشر أيضًا أن يجعلوا التفاعلات الكيميائية تحدث للحصول على بعض المنتجات التى نستخدمها فى حياتنا اليومية. وعندما يحدث تفاعل كيميائى يعاد تنظيم الذرات وتتكون مواد كيميائية جديدة. وتسمى المواد التى يُبدأ بها فى تفاعل كيميائى بالمواد المفاعلة أى التى تتفاعل لتكون منتجات. وتحدث تغيرات فى الطاقة فى التفاعلات الكيميائية تأخذ فى الغالب شكل حرارة. فإذا نتج عن التفاعل حرارة يقال إنه تفاعل طارد للحرارة (البوتاسيوم فى الماء ص25) وإذا انخفضت الحرارة كان هذا تفاعلاً ماصًا للحرارة (تخليق الفلورين ص26، 27). وبعض التفاعلات الكيميائية تفاعلات عكسية؛ والبعض يصعب – إن لم يستحل – عكسه. وفى التفاعل الكيميائى يمكن تحضير أو تخليق مركب من عناصره. على سبيل المثال، يكوّن الحديد (ص20، 21) والكبريت كبريتيد الحديد عندما يسخنان معًا. ويمكن أيضًا أن ينكسر مركب ما إلى مكوناته ـ على سبيل المثال تسخين خامات المعادن للحصول على الفلزات.



طبقة الأوزون

الأوزون غاز قابل للتفاعل يساهم فى التلوث عندما يتزايد فى جو المدن. ولكن الأوزون الموجود فى الستراتوسفير (يبين اللون الأحمر هنا الحد الأعلى لتركيز الأوزون) يؤدى مهمة مفيدة وهى امتصاص الضوء فوق البنفسجى (UV) الضار من أشعة الشمس وحجبه عن الأرض. وتتفاعل بعض المواد الكيميائية التخليقية (الاصطناعية) خاصة الكلوروفلوروكربونات (CFCs) مع الأوزون مسببة ثقوبًا فى طبقة الأوزون. وتسمح هذه الثقوب بمرور المزيد من الضوء فوق البنفسجى مما يؤدى إلى زيادة فى معدل الإصابة بسرطان الجلد.



استخدام الضوء فى التفاعل

تصنع النباتات الكربوهيدرات لبناء السيقان والجذوع والأوراق والجذور فى عملية تسمى التمثيل الضوئى (ص50، 51). وفيها تأخذ النباتات الماء من التربة وثانى أكسيد الكربون من الهواء الجوى وتستخدم طاقة ضوئية من الشمس لتحولهما إلى كربوهيدرات. وهى تنتج أيضًا الأكسجين كمنتج جانبى تطلقه فى الجو من خلال أوراقها.

تفاعــل الإزاحــة

عندما يغمر ملف من النحاس فى محلول من أملاح الفضة يزيح النحاس الفضة فى الملح. ويمكن للنحاس أن يحدث هذا الأمر لأنه يعلو الفضة فى سلسلة تفاعلية الفلزات (ص24، 25). وفى هذا التفاعل تكون المواد المفاعلة هى النحاس ونترات الفضة والمواد الناتجة هى نترات النحاس وفلز الفضة. ويطلق على هذا التفاعل اسم تفاعل الإزاحة لأن أحد الفلزين قد أزاح الفلز الآخر من محلول واحد من أملاحه (ص44، 45).

1 المــواد المفاعلــة

يغمر الملفان النحاسيان فى قارورة تحتوى على أملاح الفضة المذاب فى محلول. والملح فى هذا التفاعل هو نترات الفضة عديمة اللون.

سدادة من الفلّين

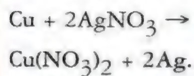
ملف من النحاس

قارورة زجاجية

نترات الفضة الذائبة فى الماء

2 طــلاء الفضــة

بمجرد أن يتلامس الملف النحاسى ومحلول الملح تترسب الفضة خارج المحلول ـ أى أنها تصبح مادة صلبة غير قابلة للذوبان ويمكن أن ترى على هيئة بلورات من الفلز عالقة بشريحة النحاس. ويتحول المحلول إلى اللون الأزرق لأن أيونات النحاس تزيح أيونات الفضة فى المحلول لتنتج نترات النحاس. ويمكن كتابة المعادلة على الصورة التالية:



$$Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag.$$

تنمو بلورات الفضة على الملف النحاسى

تتكون نترات النحاس الزرقاء فى المحلول

وقـود الصواريـخ



يرتكز مكوك الفضاء على صهريج وقود ضخم يحتوى على الهيدروجين السائل والأكسجين السائل فى وعاءين منفصلين. ثم يخلطان بالنسب الموضوعية المضبوطة فيتفاعلان لينتجا الطاقة، ويحترق الهيدروجين فى الأكسجين معطيًا شعلة نظيفة فينتج الماء الذى يرى هنا على هيئة البخار.

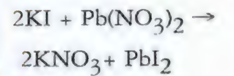
قنينة زجاجية

محلول نترات الرصاص



تكويـن الرواسـب

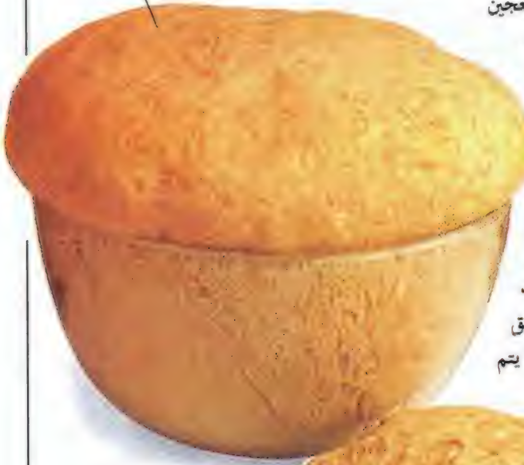
يذوب كل من ملحى يوديد البوتاسيوم ونترات الرصاص فى الماء ويكونان محاليل لا لون لها. ولكن يوديد الرصاص غير قابل للذوبان ولذلك فإنه عند خلط محلولى الملحين يترسب يوديد الرصاص الأصفر خارج المحلول. بينما يظل الناتج الآخر وهو نترات البوتاسيوم الذى لا لون له والذى يذوب فى الماء فى المحلول. ويطلق على هذا التفاعل تفاعل ترسيب لأن مادةً صلبة غير قابلة للذوبان تتكون خلال التفاعل. ويفيد هذا النوع من التفاعلات فى تكوين مركبات غير قابلة للذوبان ـ ويمكن أن يرشح الراسب الصلب ويغسل. ويمكن أيضًا استخدامه فى التعرُّف على المواد الكيميائية المحتواة فى مواد مجهولة (ص58، 59)، ويمكن كتابة هذه المعادلة كالآتى:



$$2KI + Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2KNO_3 + PbI_2$$

الكيمياء فى المطبـخ

تتحكم الأنزيمات التى تعمل كمواد حفازة (ص36، 37) فى عملية صنع العجين مثلما يحدث فى معظم التفاعلات الكيميائية التى تشمل الكائنات الحية. وتبدأ هذه الأنزيمات فى العمل بمجرد أن يخلط العامل الرافع (أى الخميرة) بالماء الدافئ والسكر. (والخميرة كائن حى يحتاج إلى الهواء والرطوبة لكى ينمو ويزوده السكر بالغذاء). وتنتج فقاعات من ثانى أكسيد الكربون، وعندما يضاف الخليط إلى الدقيق والماء لصنع العجين يرتفع العجين. وعندما يتم تسخينه تموت الخميرة ويخبز العجين.



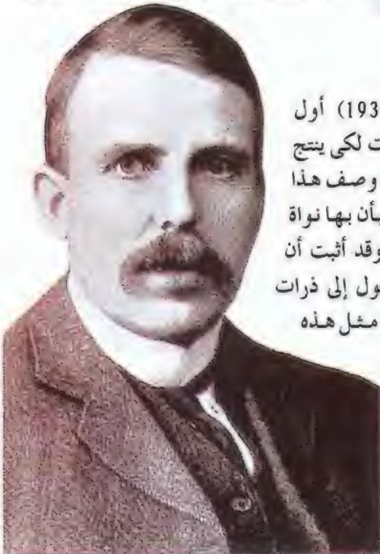
تحبس فقاعات الغاز فى العجين فتتسبب فى تمدده



تترك المكونات فى مكان دافئ

يصبح خليط الخميرة مزبدًا (ممتلئا بالرغوة) عندما ينتج ثانى أكسيد الكربون

الكيميـاء الحديثـة



كان أرنست رذرفورد (1871–1937) أول شخص قام بقذف الذرات بالجسيمات لكى ينتج عناصر متحولة اصطناعيًا. وقد وصف هذا الفيزيائى النيوزيلاندى الذرات بأن بها نواة مركزية تدور حولها الإلكترونات. وقد أثبت أن ذرات الراديوم تبث «أشعة» وتتحول إلى ذرات الرادون (ص19). ويمكن اعتبار مثل هذه التفاعلات النووية على أنها تحولات – أى تغير عنصر إلى عنصر آخر – وهى العملية التى سعى إلى تحقيقها الخيميائيون عن طريق الوسائل الكيميائية (ص12، 13) ولكن دون جدوى.

ما الذى يُحدث التفاعل الكيميائى؟

تحدث التفاعلات الكيميائية أحيانًا تلقائيًّا بينما تحتاج تفاعلات أخرى للطاقة حتى تحدث. ويبدو كما لو أن المواد المفاعلة عليها أن تقفز فوق حاجز حتى تصبح نواتج. وقد تعطيها الحرارة الطاقة المطلوبة. ويمكن أن يزودها الضوء بالطاقة كما فى عملية التمثيل الضوئى (ص50،51) وعندما تتفاعل الملوثات فإنها تتسبب فى حدوث الضباب الدخانى الكيميائى الضوئى فوق مدننا. وأحيانًا ما تكون الطاقة الميكانيكية مسئولة عن حدوث التفاعلات. وعادة ما يكون الديناميت آمنًا حتى يُفجر غالبًا عن طريق التفجير بمفجر شديد الحساسية للصدمات. ويمكن أن تستحث التفاعلات بواسطة الطاقة الكهربائية، وتشكل هذه الطريقة الوسيلة العملية الوحيدة لاستخلاص الفلزات الأكثر تفاعلية مثل الصوديوم من مركباتها (ص46،47). وهناك طريقة أخرى لإحداث تفاعل وهى تخفيض الحاجز الذى ينبغى أن تقفز عليه المواد المفاعلة. وهذا هو بالضبط ما تقوم به المواد الحفازة عن طريق توفير مسار مختلف وأكثر سهولة لتتخذه المواد المفاعلة ـ أى أنها تحفز التفاعل. وكثيرًا ما تتحد المواد الحفازة بإحدى المواد المفاعلة فتسهل تفاعل مركب آخر معها. وتستخدم المواد الحفازة فى الصناعة لكى تجعل للعمليات جدوى اقتصادية عن طريق إسراع التفاعلات.



آلـة الضـوء الفوريـة

مصبـاح دوبرانـير

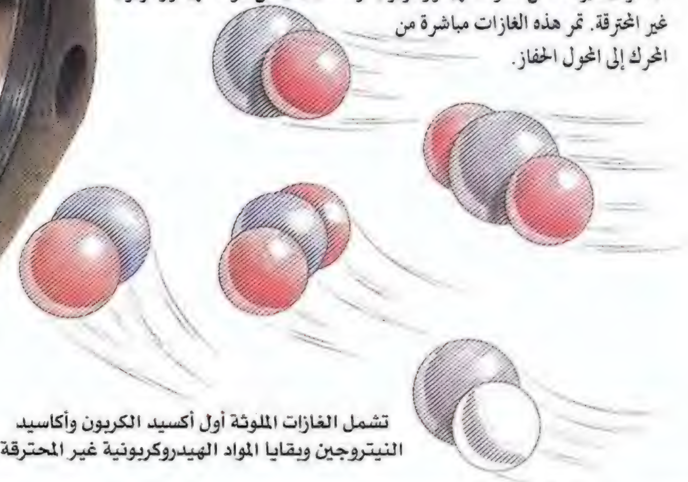
لاحظ يوهان دوبرانير (1780–1849) فى عام 1823 أن غاز الهيدروجين يشتعل فى الهواء فى وجود فلز البلاتين. وقد استغل هذا التفاعل الحفاز فى آلة الضوء الجديدة التى ابتكرها. وعندما يُفتح الصنبور تنساب قطرات حمض الكبريتيك على الزنك فيحدث تفاعل ينتج الهيدروجين. ويخرج الهيدروجين من الإناء حيث تتسبب المادة الحفازة وهى البلاتين فى اشتعاله مما يشعل المصباح الزيتى الصغير وكذلك السيجار.

تنظيـف البيئـة

تعتبر أبخرة عوادم السيارات مصدرًا للتلوث؛ إذ تحتوى أبخرة العادم على غازات سامة مثل أول أكسيد الكربون والغازات التى تساهم فى إحداث الضباب الدخانى. وتقوم المحولات الحفازة بخفض كميات الغازات الخارجة من مواسير عادم السيارات. وتحتوى هذه المحولات على فلزات ثمينة ـ وهى بمثابة المواد الحفازة ـ التى تحفز التفاعلات التى تحول تلك الغازات إلى غازات غير ضارة. ومن السهل أن تتسمم المواد الحفازة، والرصاص هو أحد هذه السموم ولذلك فلا يمكن أن تركب المحولات الحفازة إلا فى السيارات التى تستخدم البنزين الخالى من الرصاص.

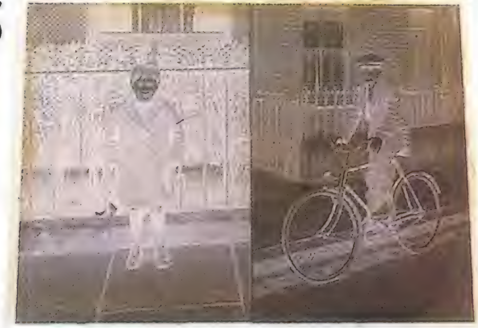
1 النواتـج السـامـة

عندما يحترق البترول فإن المواد الرئيسية الناتجة عن عملية الاحتراق هى ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء. وتتكون أيضًا أكاسيد النيتروجين (يتفاعل بعض النيتروجين الجوى عند درجات الحرارة العالية للمحرك) وأول أكسيد الكربون الناتج عن الاحتراق غير الكامل للمواد الهيدروكربونية وكذلك بقايا من المواد الهيدروكربونية غير المحترقة. تمر هذه الغازات مباشرة من المحرك إلى المحول الحفاز.



تشمل الغازات الملوثة أول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وبقايا المواد الهيدروكربونية غير المحترقة

تمر الغازات مباشرة من المحرك إلى المحول



صورة سلبية زجاجية
(تسعينيات القرن التاسع عشر)



صورة مطبوعة
بالأبيض والأسود

الكيماويات المستخدمة فى التصوير الفوتوغرافى

كانت هذه الصور السلبية الزجاجية التى تعود إلى القرن التاسع عشر تغطى بمحلول لزج من يوديد البوتاسيوم. وتغمر قبل تعرضها للضوء مباشرة فى محلول نترات الفضة لتكون مركب يوديد الفضة الحساس للضوء. وعندما يسقط الضوء على اللوح أثناء تعرضه له تنشط جزيئات يوديد الفضة عن طريق الطاقة المستمدة من الضوء. ثم يظهر اللوح بغمره فى محلول يحول ملح الفضة المنشط إلى جسيمات من فلز الفضة بالغة الدقة حتى إنها تظهر باللون الأسود. ولذا فإن الأشياء التى تعكس معظم الضوء على الألواح تبدو كمساحات داكنة فى الصورة السلبية بينما تبدو الأشياء التى لا تعكس الضوء شفافة.

طبع الصورة

يمر الضوء من خلال الصورة السلبية الزجاجية على ورقة مطلية بمادة كيميائية أخرى ـ وهى كلوريد الفضة. ولا يصل الضوء إلى الورقة فى المواضع المظلمة من الصورة السلبية وبالتالى لا ينشط ملح الفضة. ولكن الضوء ينشط ملح الفضة حيث تكون الصورة السلبية شفافة. وعندما تظهر الورقة وتثبت بالمزيد من المواد الكيميائية تتفاعل المساحات المنشطة فتعطى فضة داكنة حيث كانت الصورة السلبية شفافة ومساحات فاتحة حيث كانت الصورة السلبية داكنة.



الأنزيمات فى أثناء عملها

تقوم الأنزيمات بتوجيه معظم التفاعلات التى تحدث فى الكائنات الحية ـ والأنزيمات عبارة عن مواد حفازة بيولوجية. والأميلاز على سبيل المثال هو أنزيم يوجد فى اللعاب يبدأ فى تكسير جزيئات النشا من الطعام إلى وحدات من السكر تمدنا بالطاقة. ويبدأ هذا الأنزيم فى العمل بمجرد وصول الطعام إلى الفم، والليسوزيم هو أنزيم آخر يوجد فى الدموع يهاجم جدران خلايا البكتيريا فيمنعها من تلويث العين.





3 هواء نظيف

فى أثناء وصول الغازات إلى ماسورة العادم تكون أكاسيد النيتروجين قد أعيد تحويلها إلى نيتروجين ثانية بواسطة الروديوم (أحد فلزات البلاتين) ويكون البلاتين قد حفز المواد الهيدروكربونية وأول أكسيد الكربون لتنتج بخار الماء وثانى أكسيد الكربون. ويمكن للمحول أن يزيل الملوثات بنسبة تبلغ 95٪ فى حالة عمل المحرك بكفاءة.

استخدام الاحتكاك فى التفاعل

تحتوى أعواد الثقاب التى «تشتعل فى أى مكان» على النوع الأحمر غير السام من الفوسفور (ص26، 27) مع وجود الكبريت فى رأس العود. وعندما يحك العود على سطح خشن يوفر الاحتكاك الطاقة التى تسبب اشتعال الفوسفور.



2 هيكل قرص العسل

يوجد هيكل من الخزف على هيئة قرص النحل داخل غلاف من الصلب الذى لا يصدأ والذى يحتوى على المحول الحفاز. وقرص النحل هذا من الدقة بحيث يوفر مساحة سطح تبلغ ضعف مساحة ملعب كرة القدم تتم عليها التفاعلات الحفازة. وعلى الرغم من ندرة الفلزات الحفازة وارتفاع سعرها (يستخدم فلزات البلاتين) إلا أن تغليف قرص النحل بطبقة رقيقة يحتاج إلى 2 جرام فقط. ويكفى ذلك لتنظيف غازات العوادم لمسافة 50–100000 ميل (أى 80–160000 كيلومتر).

معدلات التفاعل

تحدث بعض التفاعلات الكيميائية على الفور – وعلى سبيل المثال تفاعلات المواد المتفجرة. ويمكن أن تمضى بعض التفاعلات ببطء شديد حتى إنها يمكن أن تستغرق سنوات حتى نرى نتائجها. ولا تتم التفاعلات إلا عندما تتلامس الجزيئات المتفاعلة. وبالتالى فإن زيادة عدد مرات تصادم الجزيئات بعضها مع بعض تزيد من سرعة التفاعل، ويمكن أن يتم ذلك عن طريق زيادة مساحة السطح، بحيث ينكشف المزيد من المواد المفاعلة. ويمكن التوصل إلى هذه النتيجة نفسها فى المحاليل عن طريق زيادة التركيز ـ أى زيادة عدد جزيئات المركب فى المذيب. ويمكن أن يسرع التسخين معظم التفاعلات لأنه يجعل الجزيئات تتحرك بسرعة أكبر فتصطدم مرات أكثر ببعضها. والمواد الحفازة وسيلة أخرى لتسريع التفاعل. وتؤخذ كل هذه العوامل فى الاعتبار فى العمليات الصناعية حيث يلعب الوقت والنواحى الاقتصادية دورًا مهمًّا. ويمكن أن تمضى كل التفاعلات فى أى من الاتجاهين من الناحية النظرية ولكن يصعب عكس العديد من التفاعلات من الناحية العملية ـ ويقال عن التفاعلات التى يمكن أن تمضى فى أى من الاتجاهين إنها تفاعلات قابلة للعكس حيث تصل كميات المواد المفاعلة والمواد الناتجة إلى حالة الاتزان.



التفاعل الفورى

تبدأ عروض الألعاب النارية الباهرة بحرق البارود وهو تفاعل سريع للغاية. وهذا التفاعل طارد للحرارة (ص34) بشدة بحيث يعطى كمية من الحرارة تكفى لكى تسبب انبعاث الألوان المميزة من ذرات الفلزات (ص58، 59).



تفاعل يستغرق سنوات

على الرغم من كون النحاس مقاومًا جيدًا للتآكل فإنه يتفاعل ببطء مع الرطوبة وثانى أكسيد الكربون الموجودين بالهواء مكونًا الكربونات الخضراء المميأة. وكثيرًا ما ترى هذه الطبقة الخضراء على الأسطح النحاسية. وتتكون أيضًا كبريتات النحاس القاعدية فى المناطق الصناعية وذلك لوجود ثانى أكسيد الكبريت فى الهواء (ص6).

زيادة سرعة التفاعل

عندما يضاف حمض الهيدروكلوريك إلى شرائح الرخام (شكل من كربونات الكالسيوم يوجد طبيعيًّا)، تنتج فقاعات من غاز ثانى أكسيد الكربون. ويتفاعل الحمض عندما يلامس سطح الرخام. فإذا طحن الرخام حتى يصبح مسحوقًا دقيقًا تزداد مساحة سطحه ازديادًا كبيرًا ويسرع التفاعل إلى درجة أن تجعل الفقاعات تتسبب فى أن تفور المواد المفاعلة وتفيض.

كأس زجاجى

تصعد فقاعات ثانى أكسيد الكربون إلى السطح بهدوء

شرائح الرخام

الرخام المسحوق

تصعد فقاعات الغاز بسرعة مما يسبب فيضان وانسكاب المواد المفاعلة

يتفاعل السطح الخارجى فقط لشرائح الرخام مع الحمض

مبدأ لوشاتيلييه

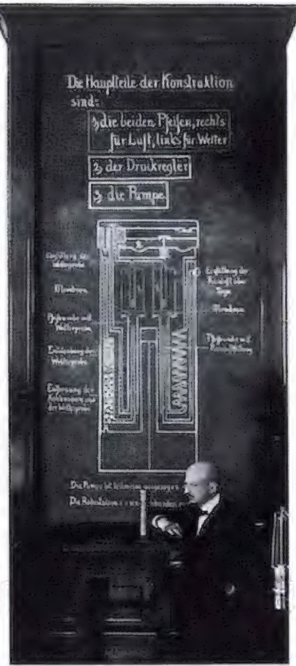
كان هنرى لوى لوشاتيلييه (1850–1936) أستاذًا فرنسيًا للكيمياء. وقد درس الغازات التى تسبب انفجارات المناجم وكذلك التفاعلات التى تتم فى الفرن العالى (ص40، 41). وقد أدت به هذه الدراسات إلى أن يعلن المبدأ الذى يحمل اسمه. ويبين هذا المبدأ أنه إذا حدث تغير فى ظروف مثل درجة الحرارة أو الضغط فى نظام ما يحتوى على مواد مفاعلة ومواد ناتجة فإن أى تفاعل كيميائى يحدث سيتجه لإبطال هذا التغير وإعادة الظروف لحالة الاتزان.



هنرى لوشاتيلييه

المساعدة فى المجهود الحربى

نجح الكيميائى الألمانى فريتز هابر (1868–1934) فى صنع الأمونيا من غازى النيتروجين والهيدروجين باستخدام الأوزميوم كمادة حفازة (ص36، 37). وقد كانت مادة نترات الصوديوم تستخدم لتحضير حمض النتريك اللازمة لتصنيع المتفجرات. وفى أثناء الحرب العالمية الأولى انقطعت إمدادات ألمانيا من نترات الصوديوم الآتية من شيلى. ولكنه كان من الممكن أكسدة الأمونيا لتصبح حمض النتريك وبالتالى فقد أمنت عملية هابر الجديدة استمرار إمدادات المتفجرات. وقد استخدم هابر مبدأ لوشاتيلييه لمعرفة أفضل ظروف درجة الحرارة والضغط. ولا يتحد إلا حوالى من 10–20 بالمائة من النيتروجين والهيدروجين وبالتالى يعاد تدوير الغازين.



فريتز هابر

ماصة

قطرة من هيدروكسيد الصوديوم

ماصة

قطرة من حمض الهيدروكلوريك

تفاعلات قابلة للعكس

يمكن أن يتجه التفاعل القابل للعكس لأى من الاتجاهين. ويمكن أن تتفاعل المواد الناتجة التى تتكون فى أثناء التفاعل بعضها مع بعض فتعيد تكوين المواد المفاعلة. وتثبت هذه التجربة أن تكوين أيونات ثانى الكرومات من أيونات الكرومات قابل للعكس.

1 مادة مفاعلة

تذوب كرومات البوتاسيوم فى الماء لتكون محلولاً أصفر زاهيًا يحتوى على أيونات البوتاسيوم والكرومات.

2 التفاعل

يضاف حمض الهيدروكلوريك إلى كرومات البوتاسيوم قطرة فقطرة. فيبدأ المحلول فى التحول إلى اللون البرتقالى الزاهى فى أثناء إحداث الحمض للتفاعل الكيميائى حيث تتحول أيونات الكرومات فى المحلول إلى أيونات ثانى الكرومات برتقالية اللون فتصنع ملحًا آخر هو ثانى كرومات البوتاسيوم.

يعادل هيدروكسيد الصوديوم الحمض

3 التفاعل العكسى

يضاف هيدروكسيد الصوديوم وهو قاعدة (ص42، 43) نقطة فنقطة لإزالة الحمض عن طريق معادلته. ويبدأ المحلول فى العودة إلى اللون الأصفر الزاهى حيث تتكون الكرومات مرة أخرى. وقد اضطرب الاتزان بسبب تغير كمية إحدى المواد المفاعلة.

كرومات البوتاسيوم المذابة فى الماء

بإضافة الحمض يتحول لون المحلول إلى البرتقالى

التأكســد والاختــزال

عندما يتحد الأكسجين مع مادة مفاعلة (ص34، 35) يحدث تفاعل أكسدة وكثيرًا ما يسبب أكسجين الهواء التأكسد، إما بسرعة عن طريق حرق المواد أو ببطء أكثر فى تفاعلات مثل الصدأ. ويسمى نزع الأكسجين من مادة مفاعلة اختزالاً. واستخلاص الحديد من أكاسيده (مركبات تحتوى على الحديد والأكسجين) فى خام الحديد عبارة عن تفاعل اختزال. فإذا تأكسدت مادة مفاعلة بينما اختزلت الأخرى يسمى تفاعل أخسدة (اختزال ـ أكسدة). ويعد نقل الهيدروجين من مركب ما أيضًا نوعًا من التأكسد: يتم الحصول على الفلورين عن طريق أكسدة فلوريد الهيدروجين (ص26، 27). وإضافة الهيدروجين عبارة عن تفاعل اختزال. ويحدث ذلك فى أثناء هدرجة الدهون لصنع السمن الصناعى (المرجرين) (ص7). والأكسدة أحد أسباب الفساد التدريجى للأطعمة؛ إذ يتحول السطح المقطوع للتفاحة بسرعة إلى اللون البنى عند تعرضه للهواء.



توفير الضوء للتصوير الفونوغرافى
أنتج فلز الماغنسيوم تجاريًا منذ ستينيات القرن التاسع عشر على هيئة سلك أو شريط. ويحترق هذا الفلز فى الهواء بسهولة حيث يتأكسد ليصبح أكسيد الماغنسيوم. وكان يستفاد من هذا اللهب الأبيض الساطع فى التصوير الفوتوغرافى لتوفير الإضاءة فى الاستديو.

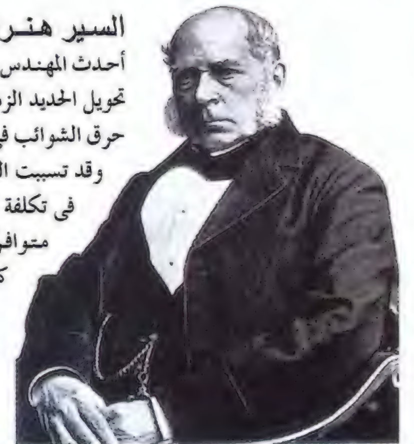
يصب الحديد الخام المصهور هنا

بطانة مصنوعة من طوب السيليكا الحرارى لكى تتحمل الحرارة

الغلاف الفولاذى الصلب للمحول

محول مثبت أفقيًا لكى يتلقى الحديد المصهور

طريقــة بسـمر
تحتاج معظم الفلزات المنتجة عن طريق اختزال خاماتها إلى المزيد من التنقية. وينتج الحديد عن طريق اختزال خامات الحديد (التى غالبًا ما تكون أكاسيد) باستخدام فحم الكوك فى فرن عالٍ. ويحتوى الحديد الخام الناتج من أتون الصهر بالدرجة الأولى على الكربون والسيليكون والفوسفور. وقد أحدث ابتكار طريقة بسمر ثورة بتحويل هذا الفلز الهش إلى الصلب عام 1857. ولكن خام الحديد فى بعض المناطق كان يحتوى على كميات كبيرة من الفوسفور لا يتسنى إزالتها كلها بطريقة بيسمر. وفى عام 1878 اقترح عالم الفلزات سيدنى توماس تبطين المحول بمادة الدولوميت (إحدى خامات الكربونات) التى تتفاعل مع الفوسفور لتكون الفوسفات الذى يمتص فى البطانة.

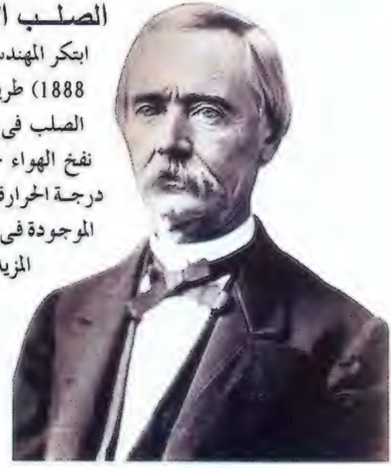


السير هنــرى بسـمر
أحدث المهندس البريطانى بسمر ثورة فى عملية تحويل الحديد الزهر مباشرة إلى صلب عن طريق حرق الشوائب فى محول الصلب الذى ابتكره. وقد تسببت العملية الأكثر إيجازًا والأقل فى تكلفة الإنتاج فى جعل الصلب متوافرًا بسهولة بكميات كبيرة لأول مرة.

1 تحميـل الفـرن
يملأ المحول بحوالى 30 طنًا من الحديد الخام المصهور بالإضافة إلى مواد مساعدة على الصهر مثل الحجر الجيرى والفلوريت للمساعدة على انتزاع الشوائب على هيئة خبث منصهر. وقد كانت هذه العملية تتم فى البداية فى محول ثابت، وقد ابتكر هذا المحول المتحرك ذو الكفاءة الأعلى والذى يمكن إمالته ليتلقى الفلز فى عام 1860.

الصلب الأمريكي

ابتكر المهندس الأمريكي وليام كيلي (1811-1888) طريقة مشابهة لطريقة بسمر لتصنيع الصلب في الولايات المتحدة. وقد أدرك أن نفخ الهواء خلال الحديد الخام المصهور يرفع درجة الحرارة بما يكفي لإحراق الشوائب الموجودة في الحديد بدون الحاجة لاستخدام المزيد من الوقود.



وليام كيلي

أخذ استراحة

يؤدى المجهود الشاق ونقص الأكسجين إلى إنتاج حمض اللبنيك في العضلات. وكلما ازدادت كمية حمض اللبنيك في الدم ينتج الإجهاد. وتتيح الراحة وتوافر الأكسجين التخلص من هذا الحمض وتأكسده في الكبد.



المواد الحافظة للطعام

يعزى فساد السمن الصناعي «المرجرين» والدهون الأخرى إلى تفاعلات الأكسدة التي يسببها أكسجين الهواء. ويمكن إطالة فترة صلاحية الدهون إذا استخدمت مواد حافظة خاصة مضادة للأكسدة. وقد استخدمت مضادات الأكسدة في الطهي منذ آلاف السنين. وتحتوي بعض التوابل والأعشاب مثل المريمية وحصى البان على مركبات تمنع حدوث تفاعلات الأكسدة وكذلك تحجب الروائح الكريهة.

المريمية

حصى البان

2 صهر الحديد

يُمال المحول إلى الوضع الرأسي وتحقن في أسفله دفعة من الهواء. يؤكسد أكسجين الهواء بعض الحديد ليصبح أكسيد الحديد في تفاعل يعطي كمية كبيرة من الحرارة. وبهذه الطريقة يظل الحديد في الحالة المنصهرة. ثم تتفاعل الشوائب مثل السيليكون مع الأكسيد فتختزله مرة أخرى إلى الحديد بينما تتأكسد الشوائب نفسها في تفاعل أخسدة، ويحرق الكربون ليعطي غاز ثاني أكسد الكربون. ويسكب الخبث المصهور المحتوي على الشوائب عند إمالة المحول مرة أخرى تاركًا الفلز المنقى.

محول رأسي لتلقي تيار هوائي

مقبض لتدوير المحول

يحقن التيار الهوائي من هنا

صدأ المراكب



تشكل أكسدة الحديد والصلب مشكلة رئيسية في الصناعة. ولابد من وجود كل من الهواء والرطوبة لتكوين الصدأ - وهو أكسيد حديد مميأ - في سلسلة معقدة من تفاعلات الأكسدة. ويمكن حماية الحديد الهيكلي من الأكسدة عن طريق دهنه بالطلاء بينما يستخدم الزيت في الآلات. وهناك طريقة أخرى تستخدم تفاعلاً كيميائيًا كهربائيًا (ص46، 47).

الأحمـــاض والقــواعــد



عـلاج أساسـى

تعد لسعة النحل حمضية وبالتالى يمكن تخفيف الألم بواسطة بيكربونات الصودا أو الأمونيا وهما قلويان. وعلى الرغم من أن ضحية لسع الدبور يشعر بالألم نفسه فإن هذه اللسعة قلوية ويمكن تخفيف ألمها بمعالجتها بالخل الذى يحتوى على حمض.

توجد الأحماض فى الطبيعة فى الفواكه: وحمض الستريك مثلاً مسئول عن طعم الليمون اللاذع (ص9). ويحتوى الخل على حمض الخليك، ويستخدم حمض التانيك المستخرج من لحاء الشجر فى دبغ الجلود (ص11). وقد تم تحضير الأحماض المعدنية الأكثر قوة منذ العصور الوسطى وقد استخدم محللو المعادن أحدها وهو ماء الفضة (حمض النتريك) لفصل الذهب عن الفضة (ص12، 13). وتحتوى بطاريات السيارات على حمض الكبريتيك وهو أيضًا قوى ويحدث تآكلاً. والقاعدة هى عكس الحمض. وكثيرًا ما يكون ملمس القواعد زلقًا؛ وبيكربونات الصودا والصابون قاعدتان وكذلك مادة اللاى – وهى مادة يمكنها حرق الجلد. وتسمى القواعد القابلة للذوبان فى الماء قلويات. وتنتج الأحماض فى الماء أيونات الهيدروجين (ص20، 21) بينما تنتج القلويات أيونات الهيدروكسيد. وعندما يتفاعل حمض مع قاعدة تتحد أيونات الهيدروجين مع أيونات الهيدروكسيد فيعادل كلاهما الآخر ويكونان الماء بالإضافة إلى ملح (ص44، 45). ويمكن قياس قوة الأحماض والقواعد على مقياس الرقم الهيدروجينى (PH).



اختيـــار اللـــون

كثيرًا ما تكون المركبات المسئولة عن ألوان النباتات حساسة للأحماض والقلويات. ولا تنمو زهرة الكوبية الزرقاء إلا فى التربة الحمضية أما فى التربة المتعادلة أو القلوية فإن لونها يعود للون الوردى.

انقسـام المـاء

الماء النقى ليس حمضيًا ولا قاعديًا، إنه متعادل، ويمكن أن ينقسم (يتفكك) إلى أيونين: أيون الهيدروجين (H^+) موجب الشحنة وأيون الهيدروكسيد (OH^-) سالب الشحنة. وفى محاليل الأحماض يوجد عدد من أيونات الهيدروجين يزيد على عدد أيونات الهيدروكسيد. بينما يزيد عدد أيونات الهيدروكسيد فى محاليل القلويات على أيونات الهيدروجين.

الطعـم الـلاذع

يحتوى الخل على حمض الخليك. وينتج هذا الحمض أيضًا عند تعرض النبيذ للهواء. ورقمه الهيدروجينى حوالى 4.



الأحمـاض القويـة

الرقم الهيدروجينى لحمض الهيدروكلوريك المخفف هو واحد مثل الأحماض المعدنية الأخرى كحمض الكبريتيك وحمض النتريك.



شفرة الألـوان

ابتكر س. ب. ل سورينسن (1868–1939) مقياس الرقم الهيدروجينى (PH) لقياس تركيز أيونات الهيدروجين فى محلول ما. وكلما زاد عدد أيونات الهيدروجين كان الحمض قويًا. ويمكن أن تؤثر كمية أيونات الهيدروجين فى المحلول على لون بعض الأصباغ الموجودة فى الطبيعة. ويمكن أن تستخدم هذه الأصباغ ككاشفات لاختبار الأحماض والقلويات. وكاشف مثل صبغة عباد الشمس (التى يُحصل عليها من نبات الأشنة) ويتحول إلى اللون الأحمر فى الحمض. فإذا أضيفت قاعدة ببطء يتحول إلى اللون الأزرق عندما يعادل الحمض عند حوالى 6–7 على مقياس (PH). ويتغير لون كاشفات أخرى لونها عند قيم أخرى على مقياس الرقم الهيدروجينى (PH-). وتستخدم مجموعة من الكاشفات المختلفة لصنع دليل شامل. وقد استخدمت هنا أوراق الكاشف الشامل على مدى رقم هيدروجينى من 2–11 (تقيس بعض الأوراق من صفر–14). ويبدأ القياس باللون الوردى للأحماض القوية عند رقم هيدروجينى يقل عن 2 ثم تمر الأوراق عبر ألوان مختلفة إلى اللون الأخضر عند التعادل أى عند رقم هيدروجينى 7 ثم تتغير إلى اللون البنفسجى القاتم بالنسبة للقلويات القوية عند عدد هيدروجينى 11 أو أكثر.

لوحة بيانية لأوراق الكاشف الشاملة

العلـوم الجنائيـة

دائمًا ما تبادر الكيمياء إلى مساعدة خبراء المعامل الجنائية عند حل الجرائم. ويمكن قياس الرقم الهيدروجيني (PH) لعينات من التربة الملتصقة بحذاء المشتبه به أو ربما بإطار سيارة حتى يمكن مقارنتها بالتربة المأخوذة من مسرح الجريمة. وتخلط عينات من التربتين جيـدًا مع ماء مقطر (متعادل الرقم الهيدروجيني) ثم يتم ترشيحها. وتغير قطرات من محلول كشاف شامل اللون طبقًا للحموضة. ثم يقارن هذا اللون بألوان المخطط لإيجاد الرقم الهيدروجيني للتربتين بدقة.

التعرف على الأحماض

فاز العالم السويدى سفانتى أرهينيوس (1859–1927) بجائزة نوبل عام 1903 عن دراساته حول التأيين. فقد ابتكر فكرة أن المركبات تتفكك أو تنقسم إلى الأيونات المكونة لها فى المحلول. وقد شرح كيف أن قوة الأحماض فى المحاليل المائية تعتمد على تركيز أيونات الهيدروجين فيها.



سفانتى أرهينيوس



تحتجز ورقة الترشيح جسيمات التربة الصلبة

ماء مقطر به مواد من التربة قابلة للذوبان



يحول الكاشف الشامل لون المحلول إلى البرتقالى - أى أن التربة معتدلة الحمضية



محلول الكاشف الشامل

قطارة



عينة التربة المخلوطة بالماء المقطر

مـاء الشـرب

الرقم الهيدروجينى لمياه الصنبور هو 6. ويتغير مع تغير المنطقة ولكنه يكون حمضيًا بدرجة طفيفة فى العادة بسبب المواد الذائبة فيه. والماء النقى متعادل عند رقم هيدروجينى 6–7.

المنظفـات

يصنع الصابون عن طريق تفاعل بين الأحماض العضوية وقاعدة قوية. ويكون الصابون معتدل القاعدية برقم هيدروجينى 8–9 لأن الأحماض العضوية ضعيفة.

منظف منزلى

تتغير قوة المنظفات المنزلية تبعًا للغرض من استعمالها. وتحتوى منظفات الأفران على اللاى (غسول قلوى). وهذا المنتج يحتوى على الأمونيا ورقمه الهيدروجينى 10.







ماء الصنبور

صابون سائل

منظف منزلى

تكويــن الأمــلاح

يمكن تحضير الأملاح عن طريق خلط حمض بقاعدة (ص42، 43) أو بفلز. فإذا كان الحمض هو حمض الكبريتيك سمى الملح كبريتات، ويكون حمض الهيدروكلوريك أملاحًا تسمى كلوريدات؛ ويكون حمض النتريك أملاحًا تسمى نترات. والأملاح مركبات أيونية (ص20، 21) تتكون من أيون موجب – عادة ما يكون فلزًا وأيونًا سالبًا – قد يكون لافلزيًّا أو قد يكون مجموعة من الذرات المترابطة معًا. وربما يكون أكثر الأملاح شهرة هو كلوريد الصوديوم – وهو جزء مهم فى نظامنا الغذائى. وليست كل الأملاح غير ضارة فقد استخدمت أملاح الثاليوم (ص18، 19) كسم للجرذان. وإذا أتيح للأملاح أن تتكون ببطء تصبح بلورات منتظمة الشكل. وبعضها يذوب فى الماء والبعض الآخر لا يذوب. ويمكن أن تستخدم قابليتها للذوبان لمعرفة أى الفلزات توجد فى المواد (ص58، 59). وتأخذ بعض الأملاح الماء من الهواء وتوصف بأنها مائعة. وتفقد بعض الأملاح الماء الملتصق بها تدريجيًّا وتوصف بأنها مزهرة (صودا الغسيل). وأحيانًا تخرج الأملاح من المحاليل بطرق غير مناسبة؛ إذ تنسد الغلايات وأنابيب التدفئة المركزية بأملاح الكالسيوم والماغنسيوم فى المناطق التى يكون الماء بها عسرًا.



مـلـح الطعـام

يسمى كلوريد الصوديوم بالملح الشائع أو ملح الطعام. ويضاف إليه مقدار ضئيل من ملح آخر قابل للأكل – كربونات الماغنسيوم – للمساعدة على انسيابه.



ياقـوت



زمــرد

شـوائـب ثمينـة

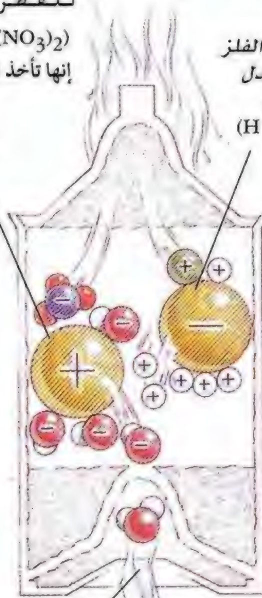
الزمرد فى الأساس هو معدن البريل الذى لا لون له. ويعزى لونه الأخضر إلى وجود كميات ضئيلة من الملح الأخضر (أكسيد الكروم). ويتكون الياقوت بصفة رئيسية من أكسيد الألومنيوم على هيئة الكورندم (معدن طبيعى صلد). والكورندم النقى لا لون له ولكن لون الياقوت الأحمر يأتى من ملح الكروم نفسه لأنه يدخل عنوة إلى الهيكل البلورى للكورندم مسببًا إزاحة طفيفة لطيفة.

أمـلاح مـن النحـاس

يكون فلز النحاس مثل سائر الفلزات مجموعة شديدة التنوع من الأملاح. ويمكن تحضير أملاح النحاس المبينة هنا بطرق عديدة مختلفة. ويمكن تحضير أكسيد النحاس (CuO) عن طريق تسخين الفلز مع الهواء. وهو يستخدم كصبغة أو خضاب. ويعطى ملح كربونات النحاس ($CuCo3$) ثانى أكسيد الكربون وأكسيد النحاس عند التسخين، واللون الأخضر الذى يظهر على الأسطح النحاسية شكل من أشكال كربونات النحاس (ص38). ويذوب كلوريد النحاس ($CuCl_2$) فى الماء ويستخدم كمادة حفازة. ويخرج هيدروكسيد النحاس ($Cu(OH)_2$) من المحلول عند إضافة مادة قلوية لأملاح النحاس القابلة للذوبان. ويكون كبريتات النحاس ($CuSO_45H_2O$) بلورات مميأة (أى تحتوى على جزيئات الماء)، وتستخدم فى الزراعة كمبيد للفطريات. وتعد نترات النحاس ($Cu(NO_3)_2$) شديدة القابلية للذوبان حتى إنها تأخذ الماء من الهواء وتذيب نفسها.

قشور نحاسية

أكسيد النحاس





تنقيــة المــاء

يحتوى ماء الصنبور على عدد من الشوائب التى تفسد طعمه وتتسبب فى تكوين القشور فى الغلايات وفى تكوين الزَبَد مع الصابون. والعديد من الشوائب عبارة عن أملاح يمكن التخلص منها عن طريق عملية تسمى التبادل الأيونى. يستخدم فيها راتينج مكون من خرز صغير من البلاستيك ترتبط بسطحه أيونات تقوم باستبدال أيونات الهيدروجين بأيونات الفلز الموجبة مثل الألومنيوم والكالسيوم وتستبدل أيونات الهيدروكسيد بالأيونات السالبة مثل النترات، وتتكون أيونات الهيدروجين والهيدروكسيد الماء.



المحافظة على جفاف المنشور

صنع المنشور الموضوع فى هذا المجفف من مادة الملح الصخرى ويستخدم فى التحليل الطيفى (ص59). ويجب أن يبقى جافًا تمامًا وإلا فسوف يتحلل. ويُحافظ على جفاف الجو باستخدام جل السيليكا وهو شكل مميأ من ثانى أكسيد السيليكون يمتص الماء بكفاءة شديدة. ويلون باللون الأزرق بواسطة ملح آخر هو كلوريد الكوبالت الذى يتحول إلى اللون الوردى فى وجود الماء.



مكونات الزجاج

يصنع الزجاج من عدة أملاح. والمكون الرئيسى للزجاج هو ثانى أكسيد السيليكون على هيئة الرمل. ويضاف الحجر الجيرى (كربونات الكالسيوم) وكربونات الصوديوم أيضًا لصنع زجاج الصودا العادى الذى يستخدم لصنع الزجاجات. ويعزى لون الزجاج القديم المائل للخضرة الخفيفة (ص13) لوجود شوائب من الحديد فى الرمل. ويمكن إضافة أملاح فلزات أخرى للخليط لصنع أنواع الزجاج الملون.

كبريتات النحاس

نترات
النحاس

هيدروكسيد
النحاس

كلوريد النحاس

كربونات النحاس

الكهربـــاء والكيميـــاء

تستخدم المواد الكيميائية لإنتاج الكهرباء ويمكن أن تنتج الكهرباء المواد الكيميائية. فقد نجح اليساندرو فولطا عام 1800 فى الحصول على الكهرباء من خلال أول بطارية باستخدام فلزات مختلفة تفصلها محاليل أملاح. وقد بدأت دراسات تأثيرات إمرار الكهرباء من هذه البطاريات خلال المحاليل (الإلكتروليتات) على الفور. وقد وجد أن مرور تيار كهربائى خلال الماء يفصله إلى غازى الهيدروجين والأكسجين، العنصرين اللذين يكونان الماء. وقد بين مايكل فاراداى (1791–1867) أن الماء النقى لا يوصل الكهرباء جيدًا، ولكن توصيله يزداد إذا أضيفت إليه الأملاح. والسبب فى ذلك هو أن الكهرباء تنتقل عن طريق الأيونات الموجودة فى المحلول والماء موصل أو إلكتروليت ردىء لأنه متأين بصورة طفيفة فقط (ص20،21). والأملاح والأحماض والقواعد (ص42–45) إلكتروليتات جيدة. وتستخدم الكهرباء أيضًا لإنتاج المواد الكيميائية فى الخلايا الإلكتروليتية ولتنقية المواد.



عمــود فلطائــى

البطاريــة الأولــى

لاحظ العالم الإيطالى إليساندرو فولطا (1745–1827) أنه إذا تلامس فلزان ينتج «طعم مر» عندما يلمسان لسانه. وقد تأكد له من خلال إجراء المزيد من التجارب أن السبب فى ذلك هو التيار الكهربائى. وقد وجد فولطا أنه يمكنه توليد الكهرباء بوضع طبقة من الكرتون المنقوع فى محلول ملحى بين قرص من النحاس وآخر من الزنك - أى خلية فلطية. وعندما صنع «عمودًا» من هذه الخلايا زادت كمية الكهرباء المتولدة. وكانت هذه أول بطارية - مجموعة من الخلايا.


مشبك من الصلب — طبقة من النحاس — طبقة من النيكل — اللمسة الذهبية الأخيرة

طــلاء الفلــزات

يستخدم التحليل الكهربائى لإضفاء شكل نهائى جذاب ومتين على الفلزات. وتتضمن اللمسة الذهبية الأخيرة لمشبك القلم هذا عدة مراحل. يعلق المشبك الصلب من الكاثود (الطرف السالب أو المهبط) ثم يغمس فى الإلكتروليت (سيانيد النحاس). يقوم السيانيد بتنظيف الصلب بينما توفر طبقة النحاس قاعدة أفضل للمزيد من التحليل الكهربائى. وتضمن طبقة طلاء النيكل منتجًا نهائيًا لامعًا وتحسن مقاومته للتآكل. وآخر طبقة هى طبقة الطلاء الذهبى.



رائد التحليل الكهربائـى

سرعان ما بدأ همفرى ديفى (1778–1829) فى دراسة الكيمياء الكهربائية بعد اكتشاف الخلية الفلطية. وقد نجح فى استخلاص فلزى الصوديوم والبوتاسيوم من هيدروكسيداتهما والتى قاومت من قبل كل محاولات تكسيرها إلى مواد أكثر بساطة. وقد فصل ديفى أيضًا فلزات أخرى مثل الإسترنتيوم (ص25) عن طريق التحليل الكهربائى.



انقســام الملــح

يعتبر التحليل الكهربائى للمحلول الملحى (كلوريد الصوديوم المركز) عملية صناعية رئيسة. تستخدم هذه الخلايا الضخمة لتمرير التيار خلال المحلول الملحى. وتنتج النواتج الكيميائية وهى غازا الكلور والهيدروجين وهيدروكسيد الصوديوم (اللاى).


بطاريــة قديمــة

تيــار ينســاب

تحتوى هذه البطارية القديمة على أقطاب من الزنك والنحاس مغموسة فى كاسات تحتوى على محلول ملح (الإلكتروليت). وعندما توصل الأقطاب يذوب الزنك فيفقد إلكترونات بينما تكتسب أيونات الهيدروجين عند القطب (الإلكترود) النحاسى الإلكترونات لتكون غاز الهيدروجين. وتتسبب هذه التفاعلات فى انسياب التيار.

تنقيـة النحـاس

يستخرج النحاس فى الغالب من كبريتيدات النحاس وهو خام للنحاس يحتوى على الحديد والكبريت. يسحق الخام ويضاف إلى ماء مخلوط بالزيت به زبد للتخلص من الحصى. ثم يجفف ويحمص لإزالة الحديد ويحول المزيد من التسخين مع الهواء كبريتيد النحاس إلى نحاس يصب فى قوالب وينقى بالتحليل الكهربائى. وتبين هذه التجربة التى أجريت فى كأس مبادئ عملية التنقية هذه.

القطب الموجب (المصعد)

القطب السالب (المهبط)

سلك يحمل التيار الكهربائى

1 التوصيـل بالكهربـاء

توصل شريحة النحاس غير النقية بالطرف الموجب لمصدر للكهرباء، فتصبح قطبًا موجبًا (مصعدًا) بينما توصل شريحة النحاس النقية بالطرف السالب لمصدر الكهرباء فهى قطب سالب (مهبط). ويملأ الكأس بالإلكتروليت ـ محلول كبريتات النحاس ـ وتنقل الكهرباء خلال المحلول بواسطة الأيونات.

القطب السالب (المهبط)

يذوب القطب الموجب (المصعد) المصنوع من النحاس غير النقى

2 الفلـز المنقـى

عندما توصل الكهرباء يمر تيار خلال الإلكتروليت. وعند المصعد يذوب النحاس غير النقى مكونًا أيونات النحاس ويقل سمك المصعد. تتحرك أيونات النحاس إلى المهبط فتتحول إلى الفلز وبذلك يترسب النحاس على شريحة النحاس النقى مما يزيد من سمكها. وتكون الشوائب الآتية من المصعد رواسب. وهذه الرواسب أيضًا قيمة لأنها تحتوى على كميات ضئيلة من الفضة والذهب التى يمكن أن تستخلص.

محلول كبريتات النحاس (الإلكتروليت)

يترسب النحاس النقى على المهبط

شوائب من المصعد النحاسى



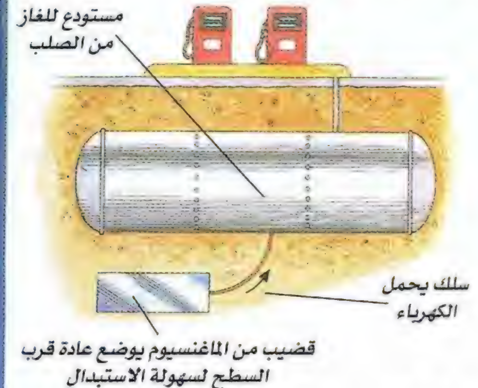
شرائح فلـز الألومنيـوم

الألومنيوم فلز متوافر بكثرة لكن استخراجه من خاماته صعب لأنه مترابط بشدة (ص21،20). وينتج عن طريق التحليل الكهربائى من معدن البوكسيت المصهور أو أكسيد الألومنيوم (ص18) والألومنيوم يحتل موقعًا عاليًا فى سلسلة التفاعلية (ص25). وتستخدم هذه العملية كمية كبيرة من الكهرباء.



هاميلتون كاستنر (1859–1899)

أسس المخترع الأمريكى كاستنر شركة لاستخلاص فلز الألومنيوم من كلوريد الألومنيوم باستخدام الصوديوم قبل ظهور عملية أفضل ـ وهى التحليل الكهربائى. ومع ذلك فقد كون ثروة لأنه أنشأ عملية إلكتروليتية لتحضير هيدروكسيد الصوديوم النقى من محلول ملحى باستخدام خلية زئبق سائلة وذلك للحصول على الصوديوم.



الوقايـة مـن الصـدأ

يمكن أن تصدأ المستودعات المصنوعة من الصلب تحت الأرض (ص41،40) ولكن استبدالها مكلف. ولذلك تتم حمايتها من التآكل باستخدام تفاعل كيميائى كهربائى يعرف باسم الوقاية الكاثودية؛ حيث يوصل قضيب من الماغنسيوم بالصلب باستخدام سلك من النحاس وهو موصل جيد للكهرباء ولا يتآكل. والماغنسيوم أكثر تفاعلية من الصلب (ص25،24) فيتآكل بدلاً منه.

كيميــاء الكربــون

الكربون عنصر متميز. ويتواجد كعنصر على هيئتين شديدتى الاختلاف: وهما الجرافيت الأسود الناعم والماس البراق (ص26–27). ويكون الكربون أيضًا عددًا ضخمًا من المركبات. وفى البداية كان يستخدم مصطلح الكيمياء العضوية للتعبير عن دراسة المركبات التى توجد فقط فى الكائنات الحية، أما الآن فينظر لهذا المصطلح بشكل واسع باعتباره يشير إلى كيمياء مركبات الكربون باستثناء عدد قليل من المركبات البسيطة مثل ثانى أكسيد الكربون والكربونات التى تتضمن الرخام والحجر الجيرى. وقد اعتقد لفترة طويلة أن لهذه المركبات «قوة حيوية» خفية وبالتالى لا يستطيع الكيميائى أن يصنعها بدون مساعدة نبات أو حيوان. وقد تلقت نظرية القوة الحيوية هذه ضربة قاصمة فى عام 1828 عندما حصل فريدريش ڤولر على اليوريا ـ المركب العضوى المعروف ـ عن طريق تسخين الأمونيا مع السيانات ـ الذى يعتبر عادة مركبًا غير عضوى للكربون. ولكن بما أنه قام بتحضير السيانات من قرن حيوانى أى مادة عضوية فقد ظلت هناك علامة استفهام حول نتائج أبحاثه.



الكيميائـى العضـوى

قام مارسلان برتيلو (1827–1907) بتحضير العديد من المركبات العضوية من مركبات غير عضوية أو عناصر. وقد أوضح أن النباتات والحيوانات ليست فريدة فى كونها المصدر الوحيد للمركبات العضوية. وكان لعمله فى هذا المجال الفضل فى تفنيد نظرية القوة الحيوية فى النهاية.



جهاز اصطناع المواد

أنتج برتيلو العديد من المركبات العضوية. والأسيتيلين مركب كربونى بسيط (C_2H_2) ـ وهو غاز قابل للاشتعال ولا لون له. وقد حضر برتيلو الأسيتيلين من عنصريه: الهيدروجين والكربون فى عام 1866. ثم قام بتمريره خلال هذا الأنبوب الزجاجى الساخن حتى درجة الاحمرار وحضر البنزين (C_6H_6) وهو مركب عضوى آخر.

الأنبوب الزجاجى الذى تم تسخين الأسيتيلين فيه



رسم برتيلو الإيضاحى لتصنيع البنزين

ما الذى يصنع المركب العضوى؟

تثبت هذه التجربة أن المركبات العضوية (فى هذه الحالة الشمع العادى) تحتوى على الكربون والهيدروجين. تشعل الشمعة ويجمع غازا ثانى أكسيد الكربون والهيدروجين الناتجان عن الشمع المحترق. ويحول الهيدروجين إلى بخار ماء يحتجز بواسطة مادة صلبة مجففة. ويكتشف وجود الكربون باستخدام هيدروكسيد الكالسيوم فى محلول (ماء الجير) وهو الاختبار المعيارى لثانى أكسيد الكربون.



السكر النشط بصريًا

تؤدى قدرة ذرة الكربون على الارتباط بأربع ذرات أخرى (أو مجموعات من الذرات) إلى خاصية غير عادية. فإذا كانت الذرات أو المجموعات الأربع كلها مختلفة فإنه من الممكن أن تكون جزيئين متميزين كل منهما صورة مرآة للأخرى. وعلى الرغم من كونهما متطابقين كيميائيًا، إلا أن مثل هذين المركبين يسلكان سلوكًا مختلفًا عندما يشع خلالهما ضوء مستقطب (حيث تقع موجات الضوء فى مستوى واحد فقط). فهما يديران الضوء فى اتجاهين متعاكسين ويقال إنهما نشطان بصريًا. وقد أدخل المقطاب (أداة لتعيين مقدار استقطاب الضوء) فى عام 1840 لقياس هذا النشاط البصرى، وتظهر السكريات هذه الخاصية. وقد كانت مقاييس الاستقطاب تستخدم بصفة روتينية لتحليل شراب السكر. وبعد ستينيات القرن التاسع عشر أصبحت أدوات قيمة لمحصلى الرسوم الضريبية لتحديد قوة محاليل السكر لأغراض الضرائب.

شكلان لحمض اللبنيك

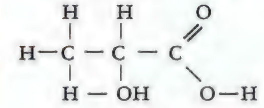
فى عام 1874 أدرك ج. هـ. ڤانت هوف (1852–1911) أنه لا يمكن تفسير النشاط البصرى (انظر إلى اليمين) إلا إذا كانت الذرات الأربع المرتبطة بذرة الكربون مرتبة عند الأركان الأربعة لهرم حول ذرة الكربون المركزية. وهذا النموذج هو أحد نموذجين يبينان النشاط البصرى.



نموذج لحمض اللبنيك النشط بصريًا

سلسلة الكربـون

يكون الكربون بسهولة روابط لنفسه وللعناصر الأخرى مؤديًا إلى تكوين تشكيلة ضخمة من المركبات. وتظهر فى الأسفل الصيغة التركيبية (ص20) لحمض اللبنيك ($C_3H_6O_3$). ويحتوى حمض الأوليك ($C_{18}H_{34}O_2$) الذى يوجد فى زيت الزيتون على سلسلة من 18 ذرة كربون مما يجعله أطول ست مرات.



حمض اللبنيك



عينة البنزين

هيدروكربون معقد آخر

يحتوى الفحم على عدد كبير من مركبات الهيدروكربون المعقدة التى تحتوى على الكربون والهيدروجين. وينتمى الكثير منها إلى مجموعة من المركبات التى تحتوى على حلقات من ست ذرات كربون وتوصف بأنها عطرية بسبب رائحتها. والبنزين أبسط مركب عطرى ولايزال ينتج تجاريًا من قار الفحم (ص52–53). وهذه العينة من البنزين قام بتحضيرها مايكل فاراداى (1791–1867) الذى كان أول من فصل البنزين عام 1825 من الغاز الذى يصنع عند تسخين زيت الحوت الذى كان متوافرًا بصورة تجارية كوقود.



أنبوب توصيل

سدادة

حامل ماسك لتثبيت الأنبوب ذى شكل الحرف U

ملزم

يتكثف بخار الماء

تحتجز بلورات كبريتات النحاس بخار الماء وتتحول إلى اللون الأزرق

الكربون فى كل مكان حولنا

إن عدد المركبات التى تحتوى على الكربون ضخم جدًا. وتصنف معظم مركبات الكربون على أنها عضوية ـ أى مواد كيميائية من كائنات حية ـ ولكن القليل منها يصنف على أنه غير عضوى، مثل غاز ثانى أكسيد الكربون وأملاح الكربونات (ص44–45). وقشر البيض وقواقع المحار تتكون بالدرجة الأولى من كربونات الكالسيوم وهو الملح نفسه الذى يوجد فى الحجر الجيرى والطباشير والرخام.. والسكر من الكربوهيدرات، ويحتوى كما يوحى اسمه على الكربون وعلى الذرتين الموجودتين فى الماء ـ الهيدروجين والأكسجين. وينتمى زيت الزيتون لمجموعة من المركبات تسمى الدهون. ولإكمال قشرته الخارجية التى تشترك فى تكوين الروابط ولتكوين جزيئات مستقرة يحتاج الكربون لتكوين أربع روابط تساهمية بذرات أخرى (ص20–21). ويكون الكربون الروابط مع نفسه بسهولة ويمكن أن يكون حلقات وسلاسل من ذرات كربون كثيرة وهى سمة لا تشاركه فيها العناصر الأخرى. ولذا يمكن أن تطول سلسلة الكربون إلى آلاف الذرات كما فى البوليمرات (ص53–56).

تتكون كربونات الكالسيوم غير القابلة للذوبان ماء محولة لون ماء الجير إلى لون اللبن

كيميـاء الحيـاة

تعرف كيمياء المنظومات الحية بالكيمياء الحيوية. وتتكون الكائنات الحية والخلايا التى تصنع منها من الماء (حوالى 70 بالمائة) ومركبات الكربون بالإضافة إلى كميات ضئيلة من المعادن وعناصر أخرى (ص18-19). وتحتاج النباتات والحيوانات إلى مركبات الكربون لكى تنمو؛ وعندما تموت أو تتحلل يعاد تدوير الكربون الموجود بها إلى الأرض مرة أخرى. وتتم برمجة حياة الخلايا عن طريق الحمض النووى «دى. إن. إيه» الذى يشبه سلوكه إلى حد ما برنامج كمبيوتر؛ فهو يخزن المعلومات لتحديد البروتينات التى نحتاج إليها. والبروتينات هى التى تبنى مكونات الجسم (الشعر والجلد)، وتعمل مثل الأنزيمات التى تؤدى دور المواد الحفازة فى البشر (ص36-37) وتتحكم فى النمو والأيض كهرمونات. ويعبر الأيض عن العمليات الكيميائية فى الكائنات الحية التى تكسر المواد المعقدة إلى مواد أبسط مع اكتساب الطاقة منها، ثم تستخدم هذه الطاقة لكى تحيا الكائنات وتنمو وتتكاثر.

غاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينطلق من حرق الوقود الحفرى

ثانى أكسيد الكربون

تطلق الفطريات غاز ثانى أكسيد الكربون

فطريات

ثانى أكسيد الكربون الذى تزفره الحيوانات

تتغذى الفطريات على المادة المتحللة الغنية بالكربون

الكربون الذى تمتصه الحيوانات العاشبة فى غذائها

الفحم

فأر

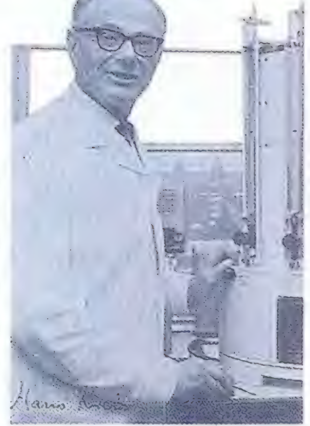
يعود الكربون من خلال المادة الحيوانية المتحللة

الكربون الموجود فى الوقود الحفرى

دورة الكربـــون

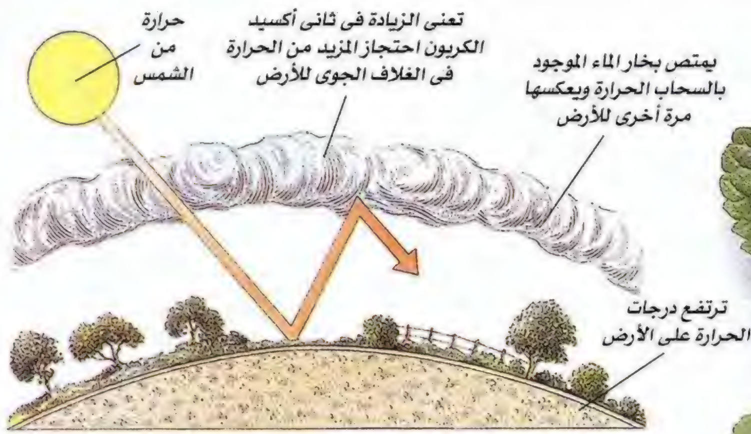
الكربون هو العنصر الأساسى فى المركبات التى تنتجها الكائنات الحية (ص48-49). ويتحرك حول عالمنا فى عملية دورية؛ إذ يتحد ثانى أكسيد الكربون من الجو مع الماء لتكوين الكربوهيدرات فى النباتات عن طريق عملية تسمى التمثيل الضوئى. وتشمل هذه الكربوهيدرات السلولوز وهو المكون التركيبى الرئيسى لسيقان النبات وأوراقها. ويأكل العديد من الحيوانات النباتات مما يوفر لهم الكربون الذى يحتاجونه. والحيوانات آكلة النبات (العاشبة) تأكلها حيوانات أخرى، مما يمرر الكربون عبر سلسلة الطعام. وعندما تموت يعاد تدوير الكربون الذى تحتوى عليه من خلال التحلل. وتزود المادة النباتية والحيوانية المتحللة الفطريات والبكتيريا بالغذاء فتنتج ثانى أكسيد الكربون. ويمكن أيضًا أن تدفن النباتات ثم تتحول تحت الضغط إلى الفحم والزيت ـ أى إلى وقود حفرى. وعندما يحرق هذا الوقود الحفرى فإنه يعيد الكربون إلى الجو على هيئة ثانى أكسيد الكربون. وتعيد الحيوانات أيضًا الكربون إلى الجو عندما تزفر ثانى أكسيد الكربون.

هانس كريبز



توليد الطاقة

وفد عالم الكيمياء الحيوية السير هانس كريبز (1900-1981) إلى إنجلترا من ألمانيا عام 1933. وقد اقترح سلسلة من التفاعلات لشرح كيف يتكسر الجلوكوز - وهو من أنواع السكر - لكى يعطى ثانى أكسيد الكربون والماء والطاقة. وتحدث التفاعلات فى دورة، أى إنه بعد أن يتكسر جزىء واحد من السكر تكون المركبات اللازمة جاهزة لتكرار العملية.



ظاهرة الصوبة الزجاجية

تحافظ الحرارة الآتية من الشمس على بقاء درجة حرارة سطح الأرض معقولة بحيث يمكن للكائنات الحية أن تعيش. وينعكس الكثير من الحرارة التى تصل إلى الأرض مرة أخرى. وهناك مركبات متعددة فى الجو تمنع هذا الفقد للحرارة ـ على سبيل المثال بخار الماء على هيئة السحب ـ ويحتجز ثانى أكسيد الكربون أيضًا الحرارة. وبما أن كمية ثانى أكسيد الكربون فى الجو ترتفع على ما يبدو فإنه يخشى أن تبدأ درجات الحرارة على الأرض فى الارتفاع مما يؤدى إلى احتمال حدوث الفيضانات عندما تذوب قمم الجبال الجليدية عند القطبين.

نقــل الأكسجيـن

ينقل القلب الدم خلال أجزاء الجسم عبر منظومة من الأوعية الدموية. ويحمل الدم الأكسجين والمواد المغذية إلى الأنسجة ويزيل منها ثانى أكسيد الكربون والفضلات. وتحتوى خلايا الدم الحمراء على الهيموجلوبين الذى يتفاعل مع الأكسجين فى الرئتين ويحمله عبر الجسم ثم يطلقه فى العضلات حيث الحاجة إليه.


خلية دم حمراء مكبرة 5000 مرة



نموذج تعليمى للحمض النووى «دى. إن. إيه»

الطبعة الزرقاء الوراثية

يحتوى الحمض النووى «دى. إن. إيه» ـ الحمض النووى الريبى المنقوص الأكسجين ـ على كل المعلومات اللازمة لإعادة إنتاج الحياة ويوجد هذا الحمض فى الخلايا الحية. وتتكون هذه المادة من أربع وحدات كيميائية مختلفة (إيه وسى وجى وتى) ترتبط معًا فى شكل سلاسل طويلة. وفى نطاق السلسلة يعطى تتابع هذه الوحدات الأربع المعلومات المشفرة اللازمة لصنع البروتينات التى تتحكم فى العمليات الحيوية. ويسهل تركيب الحمض النووى «دى. إن. إيه» عملية إنتاج النسخ. فهو مرتب على هيئة تركيب لولبى مزدوج أى شريطين يكملان بعضهما بعضًا يلتف كل منهما حول الآخر. وعندما تنقسم خلية «ينفك» الشريطان؛ ويمكن أن ينسخ كل شريط ليعطى شريطين متطابقين. وبهذه الطريقة يمكن أن تتكرر المعلومات الوراثية المحتواة فى الحمض النووى «دى. إن. إيه» فى كل مرة تنقسم خلية ما.

ثانى أكسيد الكربون الجوى تنظمه النباتات

تستخدم النباتات ثانى أكسيد الكربون لكى تنمو

تمتص النباتات ثانى أكسيد الكربون من خلال أوراقها

نبـــات

منظومة الجذور التى يمتص من خلالها الماء

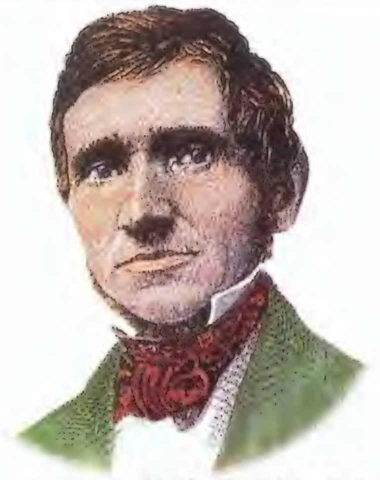
قد تكون النباتات والحيوانات التى تتحلل الوقود الحفرى

تمد النباتات المتحللة الفطريات بالغذاء

تربــة

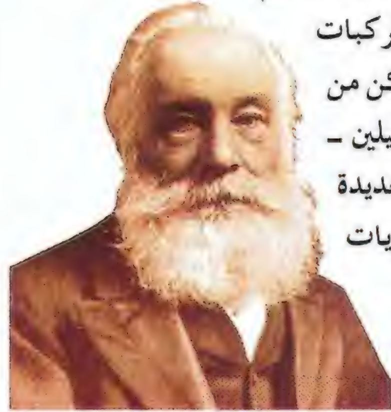
التخليــق العضــوى

ينتج عن تسخين الفحم فى غياب الهواء غاز ومادة قارية سميكة ويتخلف عن ذلك فحم الكوك. وقد كان غاز الفحم ينتج بكميات وفيرة ليستعمل فى الإنارة بالغاز بدءًا من حوالى عام 1812. أما ما يتخلف من قار الفحم فقد كان يتم جمعه بكميات كبيرة مما كان يحرج صناعة الغاز. وقد نجح تشارلز مانسفيلد (1819–1855) ـ خلال أربعينيات القرن التاسع عشر ـ فى إجراء تقطير تجزيئى للقار (ص15) لكى يحصل على مركبات عطرية ـ وسميت كذلك لما لها من روائح زكية. ومن أبسط المركبات العطرية: البنزين، ويطلق على فرع الكيمياء الخاص به وكذا المركبات المشتقة منه اسم الكيمياء العطرية. (الكيمياء الأروماتية). وكانت تلك المركبات تستخدم فى البداية كمذيبات صناعية. وقد تمكن وليام بيركن من تخليق إحدى الصبغات من إحدى تلك المركبات ـ وهى الأنيلين ـ وأنشأ بذلك صناعة جديدة، ثم توالت بعد ذلك استخدامات عديدة لكيماويات قطران الفحم ويتم حاليًّا إنتاج أغلب الكيماويات العضوية من البترول والغاز الطبيعى (ص62–63).



الاشــتغال بالمطــاط

يتفاعل المطاط المستخرج من مادة «اللاتكس» التى تستخرج من شجرة المطاط بشكل سيئ عند القيم القصوى لدرجات الحرارة. وقد قام تشارلز جوديير (1800–1860) ـ وهو مخترع أمريكى بالتزامن مع توماس هانكوك فى إنجلترا بتسخين المطاط مع الكبريت، ووجد أن المطاط يظل مرنًا فى نطاق حرارى معين. وأطلق على تلك العملية اسم «الفلكنة»؛ تقسية المطاط بمعالجته بالكبريت نسبة إلى إله النار الرومانى «فلكان».



الأصباغ الاصطناعية

أحدث وليام هنرى بيركن (1838–1907) ثورة فى عالم صناعة الكيماويات عندما ابتكر الصبغة الاصطناعية. فقد كان يحاول تحضير دواء الكينين من مادة الأنيلين ـ وهو مركب مشتق من قطران الفحم ـ ولكنه لم يحصل سوى على خليط لزج قاتم من المواد. وعندما حاول تنظيفه بالكحول، اكتشف أنه يذوب مكونًا محلولاً أرجوانيًّا قاتمًا استطاع أن يحضر منه بلورات صبغة «الموفين». وقد كانت الأصباغ تصنع قبل ذلك من مواد نباتية مثل نبات النيلة (ص10، 11). وما لبثت الصبغة الجديدة أن تخطفتهما الأسواق لتلبية احتياجات صناعة النسيج وصار اسمها «موف» (البنفسجى الزاهى). ثم استمر بيركن فى تخليق روائح طبيعية من مواد كيميائية. وكان ذلك بمثابة بداية صناعة العطور المخلقة.



الأنثراسين



النفثالين



الأسفلت

استخدام الأسفلت

أنتج التقطير التجزيئى لقطران الفحم عددًا كبيرًا من المواد الهامة التى استخدمت فيما بعد فى تخليق منتجات مفيدة فى القرن التاسع عشر. ويعتبر الأسفلت هو المادة المتبقية من تلك العملية ويستخدم فى رصف أسطح الطرق.



الرصف التقليدى للطرق

رائـد صناعـة المطـاط

استخدم توماس هانكوك (1786–1865) ـ وهو مصنع المطاط ـ وتشارلز ماكينتوش (1766–1843) ـ وهو كيميائى إسكتلندى ـ مادة النفط المستخرجة من التقطير التجزيئى لقطران الفحم كمذيب للمطاط. ثم استخدم محلول المطاط بعد ذلك فى إنتاج أقمشة مضادة للبلل تصنع منها المعاطف التى صارت تسمى «ماكينتوش». ويستخدم أحد مكونات النفط ـ وهو النفثالين ـ فى صناعة الكرات المضادة للعثة. كما أنه يعتبر نقطة البداية المهمة لكثير من مواد الصباغة المخلقة والمواد الأخرى مثل التى تستخدم لطرد الحشرات.



الحماية من الأمطار

ألوان قوس قزح

جد منتجو المنسوجات فى السعى للحصول على أصباغ تخليقية زاهية بعد نجاح إنتاج «الموفين». ولذلك فقد تم تخليق مادة «الأليزارين» وهى المركب الذى يعطى صبغة القوة الطبيعية لونها الأحمر بنجاح من الأنثراسين عام 1868.



صبغة حمراء مخلقة



الصبغة الخضراء التخليقية

تميل الصبغات المخلقة إلى أن تكون أكثر سطوعًا من الصبغات النباتية التقليدية

المواد المنظفة غير الصابونية

يعتبر الصابون المصنوع من دهون حيوانية من المواد المنظفة. ويميل إلى تكوين زبد لا يذوب مع الماء العسر (ص44، 45)، ولذلك تم اختراع المنظفات غير الصابونية للتغلب على هذه المشكلة. وتقوم صناعة الكثير من هذه المنظفات على البنزين الذى تضاف إليه سلسلة طويلة من الهيدروكربونات تماثل تلك التى فى الصابون. وعلى خلاف أنواع الصابون العادية فإن أملاح الكالسيوم والماغنسيوم لتلك المواد قابلة للذوبان ولذلك لا يتكون لها زبد.





بنزين



الكريوسوت



منظف غير صابونى

المتفجرات

انتشر استخدام مادة «تى. إن. تى» المتفجرة إبان الحرب العالمية الأولى (1914–1918). وتحضر المادة من التوليووين المستخرج من قطران الفحم، ثم يحول إلى نترات وذلك بصبه فى حمضى الكبريتيك والنتريك المركزين لينتج ثلاثى نيتروتولوين أو «تى. إن. تى» وعندما تتعرض هذه المادة لصدمة ميكانيكية فإن ذرات تلك الجزيئات غير المستقرة تعيد ترتيب نفسها لتكوّن ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء وغازات نيتروجينية تجعل الحجم يتضاعف آلاف المرات، وهذا التمدد المفاجئ هو ما يحدث الصدمة التدميرية.

المادة الحافظة للأخشاب

الكريوسوت هو أحد نواتج تقطير قطران الفحم. وتجعله خواصه كمبيد وكمطهر مفيدًا كمادة حافظة للأخشاب.

أول مادة بلاستيكية مخلقة

استطاع ليوبيكلاند (1863–1944) أن يصنع مادة بلاستيكية قيمة عام 1907 عندما أجرى تفاعلاً بين الفينول ومادة كيميائية أخرى هى الفورمالديهايد (ص54، 55). وأطلق على هذا الراتينج الفينولى اسم «الباكليت». وتلك المادة مقاومة للحرارة وإن كانت قاتمة اللون. وقد أفادت صناعة الراديو الحديثة فى ذلك الوقت، ومن بعدها صناعة التليفزيون من سهولة صب الباكليت فى قوالب مناسبة بالإضافة إلى ما يتمتع به من خصائص العزل.



الفينول



الأنيلين



ديسالفيد الكربون

الحرير الاصطناعى

يعتبر ديسالفيد الكربون سائلاً سامًا وينتج من تسخين فحم الكوك مع الكبريت داخل فرن. وهو يستخدم كمذيب صناعى. وقد تمكن عالمان كيميائيان بريطانيان هما ك. ف. كروس، وإى. جى بيفان فى عام 1892 من إذابة السلولوز فى ديسالفيد الكربون وأحد القلويات للحصول على محلول لزج. ويمكن إعادة تكوين السلولوز على هيئة ألياف وذلك بضخ محلول «الفسكوز» من خلال فوهة داخل حامض. وأصبحت تلك المنسوجات تعرف باسم «الرايون» وكانت تطرح فى الأسواق على أنها حرير اصطناعى.



ألياف حرير اصطناعى

العقاقير العلاجية

ظلت العقاقير تشتق لعدة قرون من المواد الطبيعية مثل لحاء الصفصاف. وقد كان «بيركن» يحاول تخليق عقار الكينين من «الأنيلين» وذلك لعلاج الملاريا عندما اكتشف مادة «الموفين» وأسس بذلك صناعة الأصباغ. ومع نهاية القرن التاسع عشر كانت العقاقير المخلقة لعلاج الآلام والمضادة للحمى قد تم اشتقاقها من مركبات عضوية. ثم خبا بريقها عام 1899 عندما ابتكرت شركة الكيماويات الألمانية «باير» الأسبرين أو حمض الأسيتيل ساليسيليك الذى يستخرج من البنزين من خلال عملية معقدة.

عقاقير القضاء على الألم



تليفزيون من الباكليت (من خمسينيات القرن العشرين)

أولى المواد البلاستيكية

صنعت أولى المواد البلاستيكية المخلقة فى ستينيات القرن التاسع عشر؛ وإن كانت بعض المواد الطبيعية كالعاج والكهرمان استخدمت قبل ذلك على نطاق واسع. وتعتبر الكثير من تلك المواد من البوليمرات ـ التى تتألف من مقطعين: «بولى» وهى كلمة إغريقية تعنى العديد، و«مير». وتعنى جزءًا. وتتألف البوليمرات من جزيئات عملاقة مكونة من عدد كبير من الجزيئات الصغيرة المرتبطة ببعضها على هيئة سلاسل طويلة. ويطلق على كلٍ من الجزيئات الصغيرة اسم «مونومر» (حيث يعنى لفظ «مونو» الواحد). وقد بدأ السعى لإنتاج مواد مخلّقة منذ ما يزيد على مائة سنة، لتحل محل مواد مثل العاج الذى أخذ يصبح نادرًا، ولصنع مواد يمكن صبها فى قوالب أو بثقها كالألياف. وقد كانت أولى المواد البلاستيكية من البوليمرات نصف المخلقة، وكان يتم تكوينها عن طريق تعديل السلولوز وهو البوليمر الطبيعى فى القطن. ثم صنعت بعد ذلك مواد بلاستيكية مخلقة بالكامل مثل الباكليت (ص52، 53).

حقيبة مزخرفة

اتسع انتشار المواد المخلقة الشبيهة بالعاج مع حلول عام 1900، وكانت تستخدم لصنع جميع أنواع المنتجات بدءًا من مقابض السكاكين إلى الياقات والأساور وحتى حقيبة السهرة هذه. ويمكن صب هذه المواد البلاستيكية فى قوالب وهى فى درجة حرارة عالية لتأخذ الشكل الصلب عندما تبرد.

منمنمات زخرفية براقة

رسم زخرفى أسود

شرّابات حريرية



أول مادة بلاستيكية

ابتكر ألكسندر باركيز (1813–1890) مادة قابلة للصب فى قوالب وتصنع من نترات السلولوز. وقد أذاب ـ لهذا الغرض ـ ألياف القطن فى حمض النتريك ثم أضاف إليها مادة ملدنة كالكافور، ثم قام بعد ذلك بتبخير المذيب وقد استخدمت المادة التى سميت «باركسين» فى صنع كل أنواع السلع المنزلية مثل مشبك الشعر هذا. وقد عرض باركيز أول مادة بلاستيكية ناجحة من ابتكاره فى لندن عام 1862.



تفاصيل زخرفية مصبوبة

مـرآة يدويـة

صنعت هذه المرآة اليدوية من مادة مخلقة بديلة للعاج. وهذه المادة ـ شأنها شأن المواد البلاستيكية الأخرى ـ يمكن صبها فى قوالب بسهولة لكى تحاكى بدقة العاج المحفور. وقد تم تشكيل المواد البلاستيكية الأولى فى نماذج ومجسمات كى تشبه البوليمرات الطبيعية.

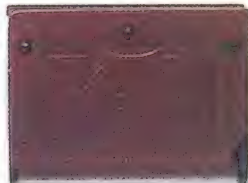


شريط جلدى مجدول

مشبك

حقيبة يد للسهرة من مادة السليوليد

بحلول عام 1870 كان جون ويزلى هيات (1837–1920) يقوم بتصنيع مادة السليوليد ـ وهى بديل العاج ـ وذلك باستخدام نترات السلولوز. وقد شاع استعمال هذه المادة فى صنع كرات البلياردو وجميع الأدوات الزخرفية مثل حقيبة السهرة هذه التى صنعت عام 1900.

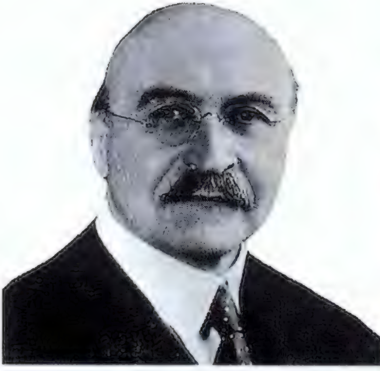


تقليد الأبنوس

صنعت علبة الثقاب هذه، والتى تعود إلى عام 1890، من مادة الأبونيت ذات اللون البنى الداكن، وتصنع هذه المادة البلاستيكية عن طريق فلكنة المطاط.

قلم بلاستيكى

عندما تسخن المركبات المحتوية على الكبريت مع المطاط فإن المطاط يمتصها مكونًا روابط عرضية بين سلاسل الجزيئات. وإذا زاد محتوى الكبريت صارت المادة أصلب وأكثر مقاومة للكيماويات ـ مثل مادة الفلكانية التى يصنع منها مثل هذا القلم.



ليو بيكلانـد (1863–1944)

هاجر بيكلاند البلجيكى المولد إلى الولايات المتحدة حيث درس التفاعل بين الفينول والفورمالديهايد. ولم تحظ المادة القارِيَّة الناتجة قاتمة اللون باهتمام الكيميائيين من قبل، والذين انصب اهتمامهم على المنتجات الشفافة فحسب. ونجح بيكلاند عام 1907 فى السيطرة على تفاعل البلمرة وتمكن من إنتاج مادة بلاستيكية مخلقة وأطلق عليهما اسم الـ «باكليت».



مذياع (راديو) من الباكليت

استخدمت مادة الباكليت أو الراتينج الفينولى فى صناعة الأدوات المنزلية مثل ساعات الحائط والأدوات الكهربائية. وتمتاز هذه المادة بمقاومتها للحرارة وعزلها للكهرباء. والراتينجات الفينولية قاتمة اللون فى العادة ويسهل صبها فى قوالب كما يسهل تقويتها باستخدام مواد مالئة كالمنسوجات.



فيلم من البلاستيك

بدأ استعمال الأفلام البلاستيكية المصنوعة من نترات السلولوز فى مجال الأفلام السينمائية عام 1887 وفى مجال الصور الثابتة فى العام الذى تلاه. ومادة نترات السلولوز قابلة للاشتعال بصورة جعلتها سيئة السمعة ولذلك فإن الأفلام الحديثة تصنع من مادة بلاستيكية أكثر أمانًا وهى ثلاثى خلات (أسيتات) السلولوز.

علب السجائـر

أدى البحث عن أنواع من البلاستيك ذى الألوان الفاتحة والخواص الشبيهة بخواص الباكليت ـ الذى كانت ألوانه تتراوح غالبًا بين الأسود والبنى المائل للاحمرار ـ إلى إنتاج بلاستيك اليوريا فورمالديهايد. وعندما استخدم السلولوز كمادة مالئة بالإضافة إلى المواد الملوّنة، أمكن تصنيع منتجات بيضاء وملونة.

الأليـاف المخلقـة (أدنـاه)

تتعرض بعض المواد البلاستيكية لعمليات البثق لإنتاج الألياف. وقد ساد اشتقاق المنسوجات من الألياف الطبيعية. ثم بدأ إنتاج السلولوز المعدل من محلول الفسكوز عام 1892 (ص52، 53). حيث تضخ هذه المادة البلاستيكية خلال ثقوب ضيقة داخل الحمض ليتكون خيط اصطناعى يدخل فى صناعة المنسوجات. أما الإنتاج على نطاق واسع فقد صار ممكنًا مع اختراع صندوق الغزل عام 1900. وكان ذلك الصندوق يقوم بتجميع الفتائل دون أن تشتبك مع بعضها البعض.



عينات من أنسجة حريرية من الفسكوز

عصـر البلاسـتيك

ابتكرت الكثير من المواد البلاستيكية المختلفة بحلول خمسينيات القرن العشرين (ص56، 57). واستعملت تلك المواد فى الصناعة وفى أنحاء المنزل وخاصة داخل المطابخ. فمادة البولى فينيل كلورايد الصلبة (PVC) استخدمت كفرش للأرضيات. وظهرت فى منتصف ثلاثينيات القرن العشرين بلاستيكات الميلامين فورمالديهايد والتى تتمتع بمقاومة عالية للحرارة والرطوبة والمنظفات. كما أمكن عمل طبقات متتالية بجعلها تتناوب مع الورق أو القماش ثم تعريض تلك الطبقات للضغط لصناعة مادة الفورميكا التى تصلح لتغطية أسطح العمل. وهناك أنواع أخرى من البلاستيك مثل البولى ستيرين والتى تصنع منها الدلاء (الجرادل) والأوانى والقدور. ولسوء الحظ فإن معظم المواد البلاستيكية لا تتحلل بيولوجيًا؛ أى أنها لا تتعفن، كما أنها قد تبعث أبخرة سامة عند حرقها.



صناعة المواد المخلّقة

هناك دائمًا الجديد فى عالم المواد البلاستيكية، ولقد كانت مادة «بى. فى. سى» أو بولى فينيل كلورايد أولى المواد التى تصبح لدنة بالحرارة. ولم يفلح إنتاج هذه المادة فى البداية عندما انتبهت الأذهان لها فى العقد السابع من القرن التاسع عشر إلى أن تم ذلك بنجاح فى ثلاثينيات القرن العشرين. ولما كانت هذه المادة مقاومة للماء والظروف الجوية لذا فقد تعددت أوجه استخدامها. فعندما تكون متماسكة وسميكة، فإنها تصلح لصنع أنابيب الصرف والدمى وسياجات الستائر؛ وعندما تكون رقيقة ولينة فإنها تستخدم فى تغليف الكابلات الكهربائية وصناعة ملابس الأطفال الرضع وأقمشة تنجيد المفروشات. وتشمل المواد البلاستيكية من البولى أكريليك مادة البرسبكس ذات الشفافية العالية. ومقاومتها للتحطم جعلت لا غنى عنها فى صناعة الحاجز الشفاف لقمرة الطيار. كما اكتشف البوليثين أو البولى إيثيلين فى نهاية ثلاثينيات القرن العشرين، ومثل الكثير من المواد البلاستيكية، لم تحقق هذه المادة نجاحًا تجاريًا إلا فى أواخر الثلاثينيات من القرن العشرين، عندما اقتحمت خواصها مجال التطبيقات المتعلقة بمعدات الرادارات. ولم يتم الحصول على البولى إيثيلين الصلب إلا عندما استخدمت مادة حفّازة فى خمسينيات القرن العشرين. وتمكنت شركة ديوبونت من إنتاج مادة النايلون -66 بنجاح مما أشعل ثورة فى صناعة المنسوجات. وكانت تلك المادة قوية وقابلة للشد ولا تمتص السوائل. ولا يمكننا اليوم تخيل العالم بدون مواد بلاستيكية، فكثير من العمليات الجديدة والمنتجات تعتمد عليها.



صناعة ألياف النايلون

التحق والاس. هـ. كاروذرس (1896–1973) بشركة ديوبونت عام 1928. وقد استخدم محلولى مادتين كيميائيتين (وهما حامض والديامين) لتحضير مادة نايلون - 66. وحيثما يلتقى المحلولان فإن السائل هنا يمكن بثقه من ثقب صغير لتكوين خيوط أمتن من الألياف الطبيعية. وقد أعطى هذا الاكتشاف دفعة قوية لصناعة النسيج وأدت إلى ثورة فى عالم الأقمشة.

صناعة النايلون

هناك نوعان من المونومرات التبادلية المستخدمة فى صناعة النايلون - 66 وهما: حمض - الأديبيك وهكساميثيلين الديامين. ولكل منهما مجموعته التفاعلية المكونة من ذرات عند طرفى جزىء مستقيم - وتكون مجموعات حمضية فى الأول ومركب الأمين فى الثانى. وتتحد كل مجموعة حمضية مع الأمين لتكوين سلاسل طويلة من المونومرات التبادلية. ويذوب الديامين فى الماء مكونًا الطبقة السفلى داخل الكأس بينما تتكون الطبقة العليا من محلول للحامض فى الهكسين. ويتكون النايلون حينما تلتقى المادتان والمفاعلتان ويمكن عندئذ سحبه من الكأس ولفه حول قضيب.



يتم سحب النايلون على هيئة خيط

يتكون النايلون فى موضع التقاء الطبقات

مادة هكساميثيلين الديامين فى ماء

حمض الأديبيك الذائب فى الهكسين

الجوارب المطابقة لأحدث صيحة

تم طرح جوارب السيدات المصنوعة من النايلون الجديد فى الأسواق عام 1940 وسرعان ما نالت هذه الجوارب إقبالاً كبيرًا من السيدات.

العينات المبكرة

تم نسج هذه القطعة من أنبوب من النايلون عام 1935 فى مصانع شركة ديوبونت باستخدام مادة البولى أمايد ذات الاختلاف الطفيف عن النايلون - 66 العادى. ويعود نجاح النايلون فى صناعة الجوارب إلى متانته ومرونته مما يجعله يلتصق بالجسم ولا يتجعد.

مقياس الضغط

كباس

مقياس الضغط

تم إحلال الغطاء البلاستيكى محل الرأس المصنوع من الصلب حيث اكتشف البولى إيثيلين للمرة الأولى

غاز الإيثيلين المضغوط داخل أسطوانة

وعاء الضغط

ملفات التسخين

مادة عازلة

كيفية صنع البولى إيثيلين

يعتبر البولى إيثيلين بوليمر مكونا من مونومرات الإيثيلين. وقد اكتشف عام 1933 ولم يطرح فى الأسواق على نطاق تجارى إلا عام 1939 عندما تم حل مشكلتى الحصول على درجات الحرارة والضغط المرتفعين بصورة كبيرة. وقد استخدم وعاء الضغط هذا لتحضير العينات الأولى من البولى إيثيلين. وقد شوهدت حبيبات بيضاء صلبة عند تعريض غاز الإيثيلين لضغوط كبيرة للغاية، ومن المصادفات الطيبة أن ثقبا فى المعدات سمح للأكسجين بالتدفق إلى داخل غرفة التحضير مما سمح ببداية التفاعل. وهذا البولى إيثيلين منخفض الكثافة مرن وأملس وصاف. ثم أضيفت مادة حفازة فى خمسينيات القرن العشرين فتم الحصول على بولى إيثيلين مرتفع الكثافة ومتماسك القوام.

عمود من الصلب المقاوم للصدأ

مفصل من البولى إيثيلين

أيقونة البولى إيثيلين

هذه القطعة من مادة البولى إيثيلين هى جزء من أول طن تم تصنيعه تجاريًا عام 1938. وتنتج حاليًا ملايين الأطنان سنويًا من أجل صناعة الأفلام البلاستيكية والمنتجات المقولبة.

إعادة تدوير المواد البلاستيكية



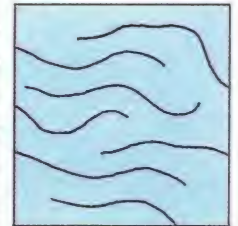
يصنع هذا الأنبوب البلاستيكى من حبيبات البولى إيثيلين. ويتم تلين نفايات البولى إيثيلين بالماء الساخن ثم تسحق لتكوين حبيبات. ويتم نفخ الأنبوب البلاستيكى. باستخدام الهواء الساخن الذى يشكل الأنبوب ويجففه، ويستخدم البلاستيك الذى أعيد تدويره فى صناعات التشييد والبناء حيث لا تشكل الشوائب أهمية كبيرة. ولا يمكن إعادة تدوير أية مادة إلا التى تصبح لدنة بالحرارة بهذه الطريقة.

المواد البلاستيكية المستخدمة فى الجراحات

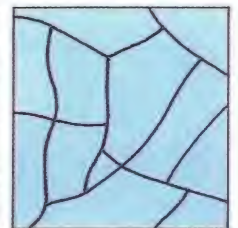
تواصل المواد البلاستيكية غزوها المطرد لمجال الجراحات التعويضية نظرًا لكونها لا تتفاعل مع الوسط المحيط بها. وعلى عكس المواد المستخدمة فى زراعة الأعضاء، فإن هذه المواد لا تثير رفضًا فوريًا من جانب الجسم على أساس أنها أجسام غريبة. وتستخدم هذه القطعة التعويضية لمفصل الورك نوعًا خاصًا من البولى إيثيلين ذى الوزن الجزيئى المرتفع.

التركيب الجزيئى للمواد البلاستيكية

تنقسم المواد البلاستيكية كلها إلى قسمين تبعًا لسلوكهما عند التسخين. فالمواد التى تلين بالتسخين (كالبولى إيثيلين) تصبح كذلك فى كل مرة تتعرض فيها للتسخين، أما القسم الآخر فيتصلب عند التسخين ولا يعود لينًا عندما يبرد (كالباكليت). فعند التسخين أول مرة تكوّن الجزيئات روابط مستعرضة تؤدى إلى تكون هيكل دائم الصلابة. وتستخدم هذه الفئة لصنع الأدوات الكهربائية كالمقابس.



جزيئات تلين بالتسخين



جزيئات تتصلب بالتسخين

قصة التحليل الكيميائى

حاول خبراء تحليل المعادن (ص12، 13) منذ القدم أن يحللوا المواد الأساسية. وقد استخدم الكيميائيون حاستى الشم والتذوق كثيرًا للكشف عن ماهية الأشياء ـ معرضين أنفسهم أحيانًا لعواقب وخيمة. وكان السير همفرى ديفى (ص46، 47) يستنشق كل الغازات التى حضَّرها ـ وقد توفى وهو شاب. وقد كان يوهان جلاوبر (1604–1670) يعلم أن الفضة تكون رواسب مع القلويات (ص46، 47) ومع الكربونات وقد أدرك أهمية اللون فى التعرف على المواد. ومع حلول عام 1800 أصبح مفهومًا أن لغاز كبريتيد الهيدروجين القدرةَ على تكوين أملاح غير قابلة للذوبان مع فلزات معينة. وقد طور كارل فريزينيوس (1818–1897) هذا الكم من المعرفة إلى التحليل المنظم للفلزات. وقد كانت المميزات الأخرى للمواد هامة أيضًا. وعندما بدأت الزيوت المعدنية تحل محل الزيوت النباتية التقليدية ابتكرت معدات تحليلية لقياس قابليتها للتطاير.



المختبر
كان كارل فريزينيوس أستاذًا للكيمياء والفيزياء وعلم التقنية فى ڤايسبادن منذ عام 1845. وقد أسس مختبر فريزينيوس فى عام 1848 لتدريس الكيمياء التحليلية ولإجراء التحاليل الكيميائية.

جهاز نقطة الوميض

كانت للزيوت المعدنية الجديدة التى بدأ استخدامها خلال القرن التاسع عشر خواص غير معروفة، وقد اُبتُكر هذا الجهاز لتعين نقطة وميضها ـ أى درجة الحرارة التى يتصاعد عندها بخار سهل الاشتعال من الزيوت. يقوم حمام مائى بتسخين الزيت ثم يختبر البخار بشكل منتظم بواسطة تحريك نفاث الإشعال داخل ثقب فى الغطاء. وحين يحدث انفجار طفيف فإن ذلك يدل على الوصول إلى نقطة الوميض. والزيوت التى لها نقط وميض منخفضة يمكن أن تكون خطيرة نظرًا لأنها قد تنفجر أو تشعل نارًا.



جهاز كيب

اخترع ب. ج. كيب جهاز توليد الغاز فى1862 ليوفر مصدرًا مناسبًا لغاز كبريتيد الهيدروجين، حيث يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع كبريتيد الحديد لإنتاج هذا الغاز البالغ السُّمية. وعندما تدخل فقاعات غاز كبريتيد الهيدروجين خلال محاليل أملاح الفلزات تتكون كبريتيدات الفلزات غير القابلة للذوبان لكى يتم التحليل.

مولد غازات «كيب»

يتدفق الحمض الذى يسكب هنا إلى أسفل نحو الغرفة السفلى

يسمح الأنبوب الزجاجى بمرور الحمض من خلال الغرفة

يسحب الغاز من هنا

تنتج المواد المفاعلة الغاز هنا

كبريتيد الحديد

عندما يتوقف الإمداد بالغاز يدفع ضغط الغاز الحمض إلى أعلى مرة أخرى فيصعد خلال الأنبوب إلى الغرفة العلوية

يصعد الحمض إلى الغرفة الوسطى عند فتح مشبك إمداد الغاز

مشبك لفتح وغلق مصدر إمداد الغاز

اختبار الفلزات (أدناه)

لكى يتم تحليل مادة مجهولة فإنها تذاب أولاً فى حمض الهيدروكلوريك المركز. وتتسبب إضافة كبريتيد الهيدروجين فى تكوين بعض الفلزات كبريتيدات الفلزات غير القابلة للذوبان. ويعطى لون هذه الرواسب دلالة عن ماهية الفلزات الموجودة ويمكن بالتالى إجراء المزيد من الاختبارات. وإذا أصبح المحلول الباقى قلويًا يمكن ترسيب فلزات أخرى.



ينتج شعاع الضوء هنا

يقوم المنشور بتفريق الضوء إلى ألوان الطيف

تليسكوب لمشاهدة الطيف

العينية

يدخل الضوء الآتى من المصدر هنا

تتيح الدائرة المقسمة قياس الطول الموجى

عدسة مكبرة لقراءة التدريج

حامل متين

تحليل الصبغات

بحلول عام 1876 عرف أن لون المركبات مثل الصبغات يتأثر بتجمعات معينة من الذرات. وأحيانًا ما تكون هناك ضرورة لوجود مجموعات إضافية من الذرات لإظهار اللون أو لتغير درجته. وتنتج المجموعات خطوطًا (شرائط) مميزة فى طيف ما. وعندما صنعت صبغة النيلة تخليقيًّا (ص52) تم اختبارها بالتحليل الطيفى لمقارنتهما بطيف نبات شجرة النيلة لمعرفة ما إذا كانت العينتان متطابقتين.

طيف نبات النيلة

التحليل بواسطة المطياف

استخدم التحليل الطيفى لأول مرة للتعرف على الفلزات فى عام 1859. وقد أسس هذا المطياف الذى يعود للقرن التاسع عشر على تصميم الكيميائى الألمانى المبدع روبرت بنزن. وسرعان ما انتشر التحليل الطيفى كتقنية للتحليل الكيميائى وقد امتد ليشمل استخدام كل من الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية. وإلى جانب استخدام التحليل الطيفى للتعرف على العناصر يمكن أن يستخدم أيضًا للدراسة مجموعة كبيرة ومتنوعة من المركبات. وتعطى الأطياف المميزة معلومات عن أنواع الروابط الكيميائية (ص21،20) وكيفية تحرك الذرات داخل الجزىء. ويبين النقش الواقع إلى اليمين روبرت بنزن (1811–1899) وهو ينظر إلى طيف لهب من خلال مطيافه. وفى عام 1955 صمم الأسترالى آلان والش أسلوب التحليل الطيفى القائم على الامتصاص الذرى الأكثر دقة وحساسية الذى يمكنه أن يكتشف بقايا ضئيلة من العناصر.



بنزن أثناء استعماله للمطياف



يانس ياكوب برزيليوس (1779–1848)

كان هذا الكيميائى السويدى الشهير أحد عمالقة مجال التحليل الكيميائى. فقد كان خبيرًا فى التحليل بواسطة أنبوب النفخ، وقد اكتشف عدة عناصر فى أثناء إجراء التحاليل. وقد عين الأوزان الذرية لمعظم العناصر المعروفة فى بدايات القرن التاسع عشر. وقد أدخل أيضًا الرموز الحديثة للعناصر مستخدمًا أول حرف أو حرفين مثل H للهيدروجين (ص22، 23). وكان يعتقد أن هذه الرموز لا تشوه الصفحة المطبوعة مثل الرموز المصورة. وقد حلل أيضًا العديد من المركبات العضوية (ص48، 49) وحاول فهم خواصها المعقدة.



مصباح برزيليوس الكحولى

كثيرًا ما يحتاج التحليل الكيميائى إلى شكل من أشكال التسخين واللهب وقد استخدمت أفران الفحم للتسخين منذ القدم. أما فى حالة العمل على نطاق صغير فقد استعان الكيميائى بالعدسات الحارقة (ص28،29) ومصابيح الكحول. وقد استخدم برزيليوس هذا النوع من المصابيح الكحولية.



كلوريد الإسترنتيوم　كلوريد الباريوم　كلوريد الكالسيوم　كلوريد البوتاسيوم

اختبارات اللهب للفلزات

اختبار اللهب من أول الاختبارات التى تستخدم لتحليل مادة ما ومعرفة ماهيتها. وقد لاحظ يوهان جلاوبر أن ألوان اللهب تدل على نوع الفلزات الموجودة وذلك منذ أمد بعيد فى عام 1659. فعندما يغمس سلك نظيف فى محلول ملح فلزى ثم يمسك به ويوضع فى لهب ـ مثل موقد بنزن أو لهب مصباح كحولى ـ فإنه يحترق بلون مميز. ويظهر اللون لأن ذرات الفلز تمتص طاقة من اللهب ثم تعود وتبعث هذه الطاقة على هيئة ضوء عندما تعود الذرة لحالتها العادية. ويمكن تحليل اللهب الملون بواسطة مطياف. وتستخدم بعض الفلزات مثل الإسترنتيوم والبوتاسيوم لإضفاء اللون على الألعاب النارية.

مراقبة المـــواد

يستخدم التحليل الكيميائى فى العمليات الصناعية لفحص المواد الأولية والمنتجات النهائية؛ ويمكنه أن يراقب جودة الغذاء. هذا، وتصمم الأدوية وتختبر وتصنع بالاستفادة من التحليل الكيميائى. ويشكل الوزن جانبًا أساسيًّا من التحليل، وقد اُبْتُكرت الموازين الدقيقة منذ عام 1800. وتعتمد بعض طرق التحليل على قياس الحجم ـ وقد استخدم المغواز «أنبوب تحليل الغازات» (ص28، 29) فى الدراسات القديمة للغازات. أما بالنسبة للسوائل، فتستخدم أجهزة متخصصة مثل الماصَّة والسَّحاحة. وقد اتخذ تحليل الأغذية أهمية عظيمة خلال القرن التاسع عشر عندما اضطلعت الحكومات بالمزيد من المسئولية عن الصحة العامة؛ ولذا فقد استدعى الكيميائيون لاختبار ما إذا كانت المواد الغذائية على النحو الذى يجب أن تكون عليه أو لا.



تحليـل اللـون

درس ميخائيل تسويت (1872–1919) الصبغات النباتية (الخضاب) وابتدع التحليل الكروماتوجرافى (ص14، 15) فى أثناء محاولته استخلاص وفصل الصبغات.



وزن المنتجـات

كان الميزان هو الأداة الرئيسية للتحليل العملى. وكان جوزيف بلاك (ص28، 29) أول من استخدم الميزان لدراسة التفاعلات الكيميائية عن طريق وزن المواد المتفاعلة والنواتج (ص34، 35). وكان ميزانه بدائيًّا إلى حد بعيد. وكان هذا الميزان الكيميائى الذى صنع عام 1876 من أوائل الموازين التى تحتوى على ذراع قصيرة مستخدمة الألومنيوم الخفيف لتقليل وزن ذراع الميزان.

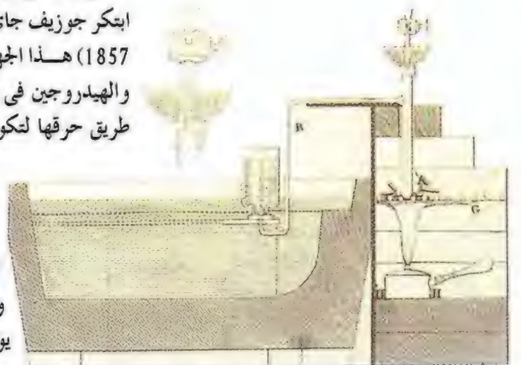


غـش الأغذيـة

صنع أول سمن صناعى (المرجرين) الذى ابتكر كبديل للزبد فى عام 1869 من خليط من المنتجات البقرية (ص6، 7). وأحيانًا كان هذا الخليط والزبد يتعرض للغش عن طريق إضافة الدهون النباتية الأرخص سعرًا. ويمكن الكشف عن ذلك باستخدام مقياس الانكسار الخاص بالزبد. وقد ابتكرت مقاييس الانكسار على يد أرنست آبى ـ وهو صانع للآلات البصرية ـ فى عام 1869. وتقيس هذه الآلات معامل انكسار المواد ـ أى إلى أى قدر ينحنى الضوء عند مروره من الهواء إلى المادة.

تحليل المركبات العضوية

ابتكر جوزيف جاى لوساك (1778–1850) ولوى تينار (1777–1857) هذا الجهاز عام 1811 لقياس كميات الكربون والهيدروجين فى المركبات العضوية مثل السكريات والنشا عن طريق حرقها لتكوين ثانى أكسيد الكربون والماء. وقد استخدما عاملاً مؤكسدًا للتأكد من أن المركب احترق تمامًا. وكان ثانى أكسيد الكربون يمتص بينما يجمع بخار الماء ويقاس. وقد أكدا أن السكريات والنشا تحتوى على الهيدروجين والأكسجين بنفس نسب وجودها فى الماء مما يؤدى إلى إطلاق اسم «كربوهيدرات» عليهما.



تحليل السوائل

استخدم المسبك «الهيدرومتر» منذ القرن السابع عشر لقياس كمية الكحول فى المشروبات. وهو أداة أساسية لصانع الجعة تقيس الثقل النوعى للسائل- أى وزنه مقارنة بنفس الحجم من الماء. وقد استخدم هذا النوع من الهيدرومترات الذى صممه بارثولوميو سايكس منذ 1816 لجمع الرسوم الضريبية على السوائل الكحولية. وتقاس القوة المعيارية للكحوليات بالاستعانة بجداول تأخذ درجة حرارة السائل فى الاعتبار.


تحليل جودة المشروبات

أوزان دائرية مشقوقة توضع على عنق الجهاز

عنق الجهاز

تظهر العينية كلا العينتين فى الوقت ذاته



التحليل الحجمى

كانت هذه السحاحة تستخدم فى القرن التاسع عشر لقياس كمية المحلول اللازمة لإكمال تفاعل كيميائى. ويتم التحكم فى تدفق السائل عن طريق وضع الإبهام على الذراع الجانبية. فإذا رفع الإبهام قليلاً يمكن أن يسكب السائل ببطء فى كأس يحتوى على المحلول الثانى. ويضاف السائل حتى يتم التفاعل، ويمكن أن يظهر ذلك فى تجارب الحمض- القاعدة (ص43،42) باستخدام كاشف يتغير لونه.

الذراع الجانبية

قضيب زجاجى

قضيب زجاجى

محلول معيارى

محلول العينة

خلفية بيضاء

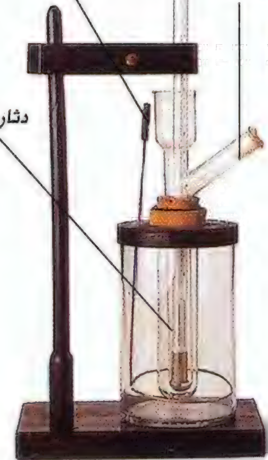
مقياس كليت للشدة اللونية

ابتكر مقياس الشدة اللونية خلال القرن التاسع عشر لإجراء قياس كمّى للمشاهدات مبنى على عمق اللون فى المحلول. وقد استخدمت صناعات مثل التخمير والدباغة والصباغة والطباعة قياس شدة اللون لاختبار جودة المنتج فى بداية القرن العشرين.



التحليل الطبى

إن وجود مركبات معينة فى العينات الطبية أمر أساسى للتشخيص الطبى. ويمكن استخدام طرق متنوعة لتحليل العينات- والبعض منها كيميائى. وقد غير عصر الكمبيوتر مظهر معمل الكيمياء من غرفة مملوءة بالأجهزة الزجاجية والخشبية والمصنوعة من النحاس الأصفر إلى أخرى تحتوى على شاشات تومض ومعدات عالية التقنية.



التغير فى درجة الحرارة

يستلزم قياس الخواص الفيزيائية للمركبات استخدام أجهزة مثل الجهاز المبين. وقد ابتكر أرنست بيكمان (1853-1923) هذا الترمومتر لقياس انخفاض نقطة الانصهار لوزن معلوم من مادة مذابة. ويمكن أن يقيس الترمومتر تغيرات صغيرة للغاية فى درجة الحرارة. وهناك تدريجات قيمتها 1/100م على المقياس.

F. Sartorius

يحمل الجزء الملحق أوزانًا صغيرة للضبط النهائى

تعلق الكفتان على حد سكينى

كفة

الميزان الذى صنعه ف. سارتوريوس

الصناعات الكيميائية

حتى منتصف القرن الثامن عشر كانت الصناعات الكيميائية بالدرجة الأولى عبارة عن حرف تمتد جذورها إلى عصور سحيقة. وقد شملت هذه الحرف صناعة الزجاج والخزف والصابون والصبغات. وفي العصر الحديث نجد أن أهم مادة كيميائية صناعية هي حمض الكبريتيك، وإنه لضرورة أساسية لجميع أنواع الصناعات من الصبغات والأسمدة إلى التعدين والمواد البلاستيكية. وتعتمد صناعات أخرى مثل صناعة الصابون والزجاج على القلويات مثل البوتاسيوم وكربونات الصوديوم. ويتم الحصول على كربونات البوتاسيوم من مصادر طبيعية وهي الخضراوات، وقد صمم نيكولاس ليبلان (1742–1806) عملية لإنتاج كربونات الصوديوم من ملح الطعام. وقد استبدلت بهذه العملية عملية سولفاي التي نشأت في بلجيكا عام 1865. وكثيرًا ما تحدث المشاكل من جراء إقامة المنشآت الصناعية ومعدات تصنيع الكميات الكبيرة؛ ولذا فلأسباب اقتصادية تستمر العمليات الصناعية في العادة ـ حيث تتم التغذية بإمداد من المواد المتفاعلة ثم تسحب النواتج بشكل مستمر بخلاف الطريقة المتبعة في المعامل وهي «الإنتاج على دفعات».

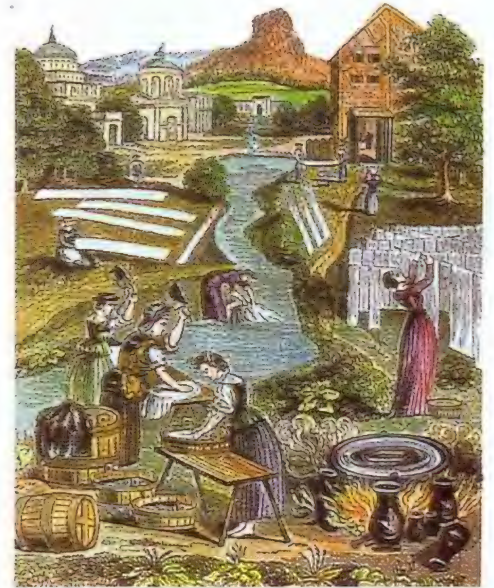
برج استعادة الأمونيا

ينتقل كلوريد الأمونيوم صاعدًا إلى هنا لإعادة تدويره

تستعاد الأمونيا باستخدام الجير المطفأ من الفرن

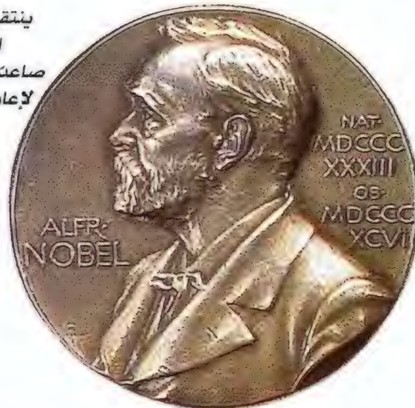
المطفأة حيث يطفأ الجير بالماء

يقوم المرشح بفصل بيكربونات الصوديوم



مواد كيميائية من أجل الغسيل

اقترنت العديد من الصناعات بالمنسوجات والملابس. وقد عرفت أنواع الصابون المصنوعة عن طريق غلي الدهون الحيوانية مع قلوي منذ القرن الثاني عشر. وقد درس ميشيل يوجين شيفر (1786–1889) تركيب الدهون الحيوانية. وقد أدت أبحاثه إلى تحسينات عملية في كل من صناعة الصابون وصناعة الشمع. وفي مناطق إنتاج المنسوجات الرئيسية كانت صناعة المبيضات هامة جدًّا. وفي حقول التبييض الكبيرة كان يتم تبييض المنسوجات تحت التأثير المشترك لضوء الشمس وحمض اللبنيك الموجود في مخيض اللبن. وقد استخدمت محاليل الكلور بعد أواخر القرن الثامن عشر ولكن إنتاجها غير مستحب.



ألفريد نوبل (1833–1896)

كان البارود الأسود الذي اخترع في الصين هو المادة المتفجرة العسكرية القياسية حتى القرن التاسع عشر. وقد كان نوبل مخترعًا سويديًّا ابتكر عملية تجارية لنترتة الجليسرين فأنتج النتروجليسرين في شكل الديناميت الآمن نسبيًّا عام 1866. وقد اخترع الهلام المتفجر عام 1875. وقد كانت كلتا المادتين المتفجرتين مربحة للغاية وعند وفاته أوصى نوبل بتخصيص ثروته وممتلكاته كمنحة لجوائز نوبل السنوية.

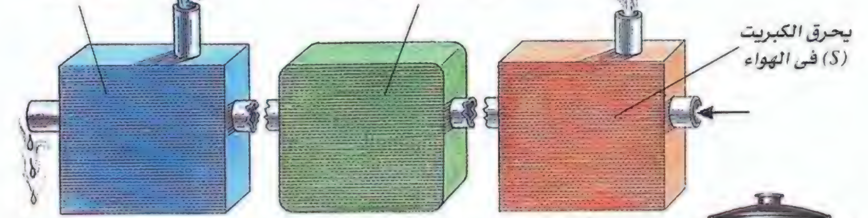
كربونات الصوديوم من عملية سولفاي

تمت دراسة تفاعل الأمونيا وثاني أكسيد الكربون ومحلول الملح المركز لإنتاج كربونات الصوديوم (رماد الصودا) عام 1811 ولكن لم ينجح أرنست سولفاي (1838–1922) في تطوير عملية تجارية إلا في عام 1865. يشبع محلول الملح المركز المحتوي على الأمونيا بغاز ثاني أكسيد الكربون في برج الكربنة. ثم يرشح بيكربونات الصوديوم الناتج ويسخن ليعطي كربونات الصوديوم وبعضًا من ثاني أكسيد الكربون الذي يعاد تدويره. ويتم الحصول على المزيد من ثاني أكسيد الكربون عن طريق تسخين الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) في فرن. ويطفأ الجير وهو المنتج الآخر الذي يحصل عليه من الفرن بالماء ويستخدم لإعادة توليد الأمونيا وهي أكثر المواد المتفاعلة تكلفة. واستعادة الأمونيا بكفاءة أمر بالغ الأهمية للنجاح التجاري للعملية.



كيميـاء الزراعـة

أسس يوستاس فون ليبيج (1803–1873) معمله التعليمى فى ألمانيا عام 1839. وقد أكد ليبيج أهمية العناصر غير العضوية مثل الفوسفور والبوتاسيوم فى تنشيط نمو النباتات. وقد ساعد حماسه لعلم كيمياء التربة على إنشاء صناعة الأسمدة التى أحدثت ثورة فى الزراعة.



عمليـة التـلامـس

أنتج حمض الكبريتيك أولاً عن طريق الخيميائيين. أما الآن فهو يصنع مباشرة من الكبريت؛ إذ يحرق الكبريت أولاً فى الهواء للحصول على ثانى أكسيد الكبريت. وفى المرحلة الثانية يؤكسد ثانى أكسيد الكبريت إلى ثالث الأكسيد. وهذا التفاعل يتسم بالبطء ومن ثم تستخدم مادة حفازة (خامس أكسيد الفاناديوم) لإسراعه (ص36، 37). ويسرع التسخين أيضًا التفاعل (ص38، 39). وأخيرًا يتكون حمض الكبريتيك عن طريق إجراء تفاعل بين ثالث الأكسيد والماء. وثالث أكسيد الكبريت شديد الفاعلية حتى أن أنسب طريقة لإجراء هذا التفاعل هى أن يمتص فى حمض الكبريتيك الذى يمكن أن يخفف إلى التركيز (القوة) المطلوب.

مواد كيميائيـة للنمـو



تحتاج النباتات إلى النيتروجين لبناء البروتينات. وزيادة محتوى التربة من النيتروجين يحسن إنتاجية المحصول. وتحتوى الأسمدة العصرية التى ترش أحيانًا من الجو على مركبات النيتروجين التى تنتج غالبًا من الأمونيا المصنعة بواسطة عملية هابر (ص38، 39).

حجر جيرى لصنع ثانى أكسيد الكربون

ينتقل المحلول الملحى والأمونيا عبر هذا الأنبوب

فرن الجير

مبرد

برج الكربنة حيث يضاف ثانى أكسيد الكربون والمحلول الملحى إلى الأمونيا

هنا تسخن بيكربونات الصوديوم لتعطى كربونات الصوديوم



مـواد كيميائيـة من البتـرول

المنتج الرئيسى لصناعة البترول العملاقة هو الوقود، ويوفر حوالى 10٪ من البترول المعالج المادة الخام للكثير من الصناعات الكيميائية العضوية المعاصرة، خاصة صناعة المواد البلاستيكية والمطاط الاصطناعى مستبدلاً فى الغالب مصدر القرن التاسع عشر وهو فحم القطران (ص52، 53). وعلى الرغم من كون الصناعات الكيميائية عنصرًا أساسيًا فى الحياة العصرية فإن لها ما يعيبها. فقد سمح لنفايات المصانع الكيميائية الضخمة أن تلوث المحيطات والجو (ص6). ولكن يتم تطبيق ضوابط مشددة بالتدريج فى محاولة للتحكم فى هذا التلوث.

حقائـق مذهلـة



الظربان

يتكون رذاذ الظربان من مركبات من الكبريت تعرف باسم ثيولات. (والكبريت هو أيضًا الذى يعطى البيض الفاسد والبصل رائحتهما غير المستساغة). ويستطيع الأنف البشرى أن يكتشف الرائحة الكريهة لثيولات رذاذ الظربان حتى فى أصغر تركيز لها وهو حوالى عشرة أجزاء فى المليار.

أى نوع من الجليد لا يذوب أبدًا؟ الجليد الجاف هو ثانى أكسيد الكربون المجمد وهو نفس الغاز الذى نزفره عندما نتنفس وهو أكثر كثافة وبرودة عن الجليد المصنوع من الماء ودرجة حرارته -109,3 فهرنهيت أى -78,5م. وعندما يتعرض الجليد الجاف للهواء فإنه يتسامى بأن يتجاوز الشكل السائل ويتغير مباشرة من حالة المادة الصلبة إلى الحالة الغازية. وكثيرًا ما يستخدم الضباب المخيف الذى يصنعه الجليد الجاف فى أفلام الرعب والإنتاج المسرحى.



الجليد الجاف

السيانواكريلات المعروف عادة بالصمغ الفائق هو مركب كيميائى مفيد جدًا فى لصق الأشياء ببعضها ولكنه يساعد أيضًا فى الربط بين المجرمين ومسرح الجريمة. ويستخدم الكيميائيون المختصون بعلم الجريمة أبخرة السيانواكريلات للكشف عن بصمات الأصابع على الزجاج والأسطح الأخرى غير المسامية. وعندما توضع الأدلة الآتية من مسرح الجريمة فوق الصمغ الفائق المسخن والماء يتفاعل الغاز الذى يتكون بواسطة الصمغ والحرارة والرطوبة مع المواد الكيميائية الموجودة فى بصمة الأصابع تاركة راسبًا أبيض وراءها.

معظم الذرة عبارة عن فضاء خال. وأكثر من 99,9 بالمائة من كتلتها تتركز فى نواتها ذات الكثافة العالية.

عندما تشعر بحرارة جسم ما فإن الجزيئات بداخله تتحرك بسرعة فى اتجاهات عشوائية، وعندما تشعر بأن جسمًا ما بارد فهذا يعنى أن جسيماته تتحرك ببطء. وهناك علاقة مباشرة بين مقياس كلفين لدرجات الحرارة والسرعة التى تتنقل بها الذرات، وعند درجة الصفر كلفين أو الصفر المطلق (-459ف أو -273م) تتوقف الجزيئات عن الحركة وتقل درجة حرارتها إلى أقل ما يمكن. وفى أبرد مكان فى الفضاء - أعماق الفضاء الخارجى- ترتفع درجة الحرارة درجات قليلة جدًا فوق الصفر المطلق.

إن أكثر المواد المعروفة مرارة فى العالم هى بنزوات الديناتونيوم، وإن كان لها استخدام ينقذ حياة الكثيرين؛ إذ يضاف مقدار ضئيل منها إلى بعض المواد مثل المنظفات المنزلية ومساحيق الزينة والمبيدات والبنزين مما يضفى عليها طعمًا بشعًا يساعد على منع الأطفال الفضوليين من شرب هذه المواد الضارة.

الإيروجل أخف مادة صلبة فى العالم (أقلها كثافة). وتتكون من السيليكون وله تركيب مسامى شبيه بالإسفنج وأغلبه هواء. 99٪ من حجمه فضاء خال. وطبقًا لوكالة الفضاء الأمريكية ناسا تقل كثافة الإيروجل عن كثافة الزجاج 1000 مرة ولكن عزله يزيد 39 مرة عن أفضل عازل من الألياف الزجاجية. وتزن كتلة من الأيروجل بحجم إنسان أقل من رطل واحد غير أنه يمكنها أن تتحمل جسمًا يزن نصف طن. وقد استخدمت ناسا الأيروجل فى مهام فضائية لالتقاط جسيمات من أحد المذنبات.

يحتوى نبات النعناع البرى وهو أحد أعضاء عائلة النعناع على مركب يسمى نيبيتالاكتون. وعندما تستنشق القطط المنزلية (أو البرية) رائحته تستجيب له بأن تزين نفسها بالنبات وتتدحرج عليه بفمها وخديها وذقنها وتظهر غير ذلك من السلوك المازح. وبعد عدة دقائق تتأقلم القطة مع النيبيتالاكتون وتنصرف. وتتطلب استعادة القطة لضبط مستقبلاتها الكيميائية والتفاعل مع النعناع البرى حوالى ساعتين.



نبات النعناع البرى



قطة مع لعبة مملوءة بالنعناع البرى

لا توجد أية وسيلة لقياس مقدار الرائحة الكريهة، ولكن معظم الكيميائيين يعتبرون مركب أثيل مركابتان ضمن أكثر المركبات ذات الرائحة الكريهة. لذا يُضاف مقدار ضئيل من هذا المركب إلى أبرويان وإلى إمدادات الغاز الطبيعى (التى لا رائحة لها) حتى يتسنى للناس شم واكتشاف تسرب الغاز. وإذا استنشق بخاره بكميات كبيرة يمكنه أن يقتل البشر.

عنصر الفرانسيوم نادر جدًا حتى القشرة الأرضية كلها تحتوى على أقل من 30 جرامًا منه. ولم يتم فصل هذا الفلز النشط إشعاعيًا أبدًا بكميات مرئية ولم تنتج أبدًا كمية من الفرانسيوم كافية لوزنها.



الإيــروجــل

يجد العديد من الناس أن رائحة السيارة الجديدة مفقدة للوعى. ولكن هناك أدلة تشير إلى أن «رائحة السيارة الجديدة» قد تكون سامة بالفعل، وتأتى الرائحة نفسها من خليط من المركبات العضوية المتطايرة التى تستخدم كمواد لاصقة ومانعة للتسرب فتمسك الأسطح الصلبة للسيارة الجديدة معًا. وتأتى كذلك من أنواع الفينيل والبلاستيك والمنسوجات داخل السيارة. وعلى الرغم من أن الأبحاث المتعلقة بالمخاطر الصحية التى تسببها «رائحة السيارة الجديدة» مازالت فى طور التجارب، فإن الباحثين قد وجدوا أنها يمكن أن تسبب الصداع والغثيان والنعاس، وهى الأمور التى قد تساهم فى وقوع حوادث السيارات.

تتحول الجرائد القديمة إلى اللون الأصفر مع الزمن بسبب الليجنين وهو بوليمر داكن اللون يجعل الخشب صلبًا. وفى مصنع الورق يعجن الخشب المستخدم فى صناعة ورق الجرائد بكل مكوناته ومنها الليجنين. وعندما تتعرض جريدة لأكسجين الهواء تبدأ جزيئات الليجنين فى التغير. فتمتص الضوء فيصبح لون الورق أغمق. وتستغرق بداية عملية الاصفرار هذه بضع ساعات من التعرض لضوء الشمس والأكسجين.

النتروجليسرين سائل كثيف يشبه الزيت ينفجر عند درجات الحرارة المرتفعة للغاية أو إذا تعرض لصدمة مادية. ويستخدم لصنع الديناميت ولكنه يستخدم أيضًا كدواء للقلب. وتتغير هذه المادة (إذا بلعت على هيئة أقراص أو إذا حقنت على هيئة محلول) إلى أكسيد النتريك داخل الجسم مما يوسع الأوعية الدموية ما يقلل من ضغط الدم ويساعد على تخفيف آلام الصدر.



ديناميت

أسـئلـة وأجـوبــة

س: ما المادة الكيميائية؟ وكيف يعرفها العلماء؟

ج: الكيمياء هى دراسة المادة وتفاعلاتها مع المواد الأخرى، ولذا فإن أى شىء مصنوع من مادة - أى سائل أو صلب أو غاز - هو مادة كيميائية. وأى مادة نقية أو خليط من المواد عبارة عن مادة كيميائية. ولكن العلماء يستخدمون هذا المصطلح للإشارة إلى مادة تبدو متجانسة (هى نفسها) خلال تكوينها الذرى.

س: ما الفرق بين الكيمياء العضوية وغير العضوية؟

ج: الكيمياء العضوية هى علم تركيب وخواص وتكوين وتفاعلات المركبات العضوية (المركبات التى تحتوى على الكربون). والكربون هو العنصر رقم 14 فقط من حيث توافره ولكنه يكون أكبر عدد من المركبات. والكيمياء غير العضوية تدرس المواد التى لا تحتوى على الكربون، والمعادن التى توجد فى القشرة الأرضية على سبيل المثال من المواد غير العضوية.

س: ما الكيمياء التحليلية؟ وما الذى يقوم به إخصائيو التحليل الكيميائى؟

ج: فى مجال علم الكيمياء الذى يعرف بالكيمياء التحليلية يبحث العلماء دائمًا عن طرق أفضل لقياس التركيب الكيميائى للمواد الطبيعية والصناعية. وتستخدم أساليب هذا العلم للتعرف على المواد الموجودة فى مادة ما ولتعيين الكميات التى توجد بها، ويقدم إخصائيو التحليل الكيميائى مساهمات مهمة للعديد من المجالات. ففى مجال الطب يُجرون الاختبارات المعملية الطبية التى تساعد الأطباء على تشخيص الأمراض. وفى الصناعة، يختبرون المواد الخام ويؤكدون على جودة المنتج النهائى من الطلاء إلى العقاقير. والقيم الغذائية للأطعمة التى تراها على عبوات الطعام يحددها أيضًا إخصائيو التحليل الكيميائى.

س: ما الكيمياء الحيوية؟ وما الذى يدرسه عالم الكيمياء الحيوية؟

ج: الكيمياء الحيوية هى دراسة المواد الكيميائية والتفاعلات والتأثيرات التى تحدث داخل الكائنات الحية. ومن بين الموضوعات التى يدرسها عالم الكيمياء الحيوية التنظيم الكيميائى للأيض وخواص الكيانات الحيوية مثل خلايا الدم وكيمياء الفيتامينات والمعادن.



صورة مجهرية لخلايا الدم الحمراء

س: ما الكيمياء الخضراء؟

ج: الكيمياء الخضراء هى استخدام الكيمياء لمنع التلوث. وبالتحديد أكثر هى تصميم منتجات وعمليات كيميائية لتقليل أو منع استخدام وتكوين المواد الخطرة.



تلاميذ يكتشفون العلوم فى صف دراسى لمادة الكيمياء

س: هل الكيمياء الخضراء وعلم البيئة شىء واحد؟

ج: لا - على الرغم من أن كلا مجالى الدراسة يسعى لجعل العالم مكانًا أكثر نظافة فإن علماء البيئة يتعرفون على المصادر ويحلون المشكلات فى بيئة الأرض بينما يبحث علماء الكيمياء الخضراء عن حلول لهذه المشكلات بهدف منع التلوث من منبعه أثناء مرحلة تصميم منتج أو عملية كيميائية.

س: ما المبادئ التى تحكم الكيمياء الخضراء؟

ج: قام بول أنستاس وجون وارنر أصلا بوضع المبادئ الاثنى عشر الأساسية للكيمياء الخضراء عام 2000 وهى: منع تكوين النفايات؛ تصميم مواد كيميائية ونتائج أكثر أمنًا؛ تصميم عمليات كيميائية تخليقية أقل خطرًا؛ استخدام مواد أولية متجددة؛ استخدام التفاعلات الحفازة للتقليل من النفايات؛ تجنب المشتقات الكيميائية؛ تحقيق أقصى قدر من الاقتصاد فى الذرات؛ استخدام مذيبات أكثر أمنا وتوفير ظروف آمنة للتفاعلات؛ زيادة كفاءة الطاقة؛ تصميم مواد كيميائية ونواتج تتحلل بيولوجيا بعد الاستخدام؛ إجراء التحاليل فى الحال لمنع التلوث وتقليل احتمالات الحوادث بقدر الإمكان.

س: اذكر بعض الوظائف التى يشغلها الكيميائيون؟

ج: الصناعة هى أكبر مستخدم للكيميائيين وتليها المدارس والجامعات والحكومات. ويعمل الكيميائيون المتخصصون فى الصناعة فى مجال أبحاث أو إنتاج البوليمرات، أو الإلكترونات أو الأدوية أو التكنولوجيا الحيوية أو الأطعمة أو النكهات أو المنظفات أو مستحضرات التجميل. وقد يقوم الكيميائيون العاملون بالحكومة بالأبحاث فى المعامل القومية أو قد يعملون فى مجالات العلوم الجنائية أو الكيمياء البيئية أو الكيمياء الزراعية أو الأبحاث الطبية أو أبحاث قوانين براءات الاختراع أو الكتابة التكنولوجية.

س: ما المواد الدراسية التى يجب أن أدرسها فى المدرسة لمساعدتى على الاستعداد لمستقبل مهنى فى مجال الكيمياء؟

ج: يحتاج الكيميائى إلى مهارات ممتازة فى حل المشكلات والتفكير النقدى وهذا هو الذى ينبغى أن تركز عليه. والجبر بالذات مفيد وكذلك الهندسة وحساب المثلثات. والفيزياء والكيمياء متصلان بعضهما ببعض بشدة، ولذا فعليك أن تدرس كلاً من العلمين. والكيميائيون أيضًا يحتاجون لأن يكونوا قادرين على التواصل بوضوح وفاعلية ولذلك فإذا كانت مدرستك تقدم دورة للكتابة التقنية فعليك أن تلتحق بها.

محطمو الأرقام القياسية

أخف عنصر
الهيدروجين هو أخف عنصر فى الكون، فهو أخف من الهواء 14 مرة.

أثقل عنصر (الأكثر كثافة)
اليورانيوم هو أثقل عنصر يوجد بشكل طبيعى على الأرض.

أكثر العناصر توافرًا فى القشرة الأرضية
يكون الأكسجين حوالى 45 بالمائة من القشرة الأرضية، ويليه السيليكون ويشكل نحو 25 بالمائة منها.

أكثر العناصر توافرا فى أى مكان
يكون الهيدروجين النسبة المذهلة 75 بالمائة من كل المادة الموجودة بالكون.

أندر العناصر
الفرانسيوم والاستاتين هما أندر عنصرين يوجدان بصورة طبيعية على وجه الأرض. وربما كان هناك مقدار يقل عن 30 جرامًا (أوقية واحدة) من كل من هذين العنصرين فى القشرة الأرضية كلها.

أكثر العناصر شيوعًا فى الجسم البشرى
الأكسجين (فى شكل الماء) هو أكثر العناصر شيوعًا فى أجسامنا.

الخـــط الزمنـــى

تعرف الكيمياء بأنها علم التغيير ـ وقد جلبت كمًّا هائلاً من التغيير فى حياتنا اليومية عبر التاريخ. ومنذ أن تعلم القدماء كيف يستعملون النار ويتحكمون فيها إلى جيلك الذى يسخن وجبة الطعام فى فرن الميكروويف تحيط بنا الكيمياء دائمًا. وفيما يلى خط زمنى لبعض الأشخاص المهمين والتطورات الرئيسية والابتكارات الجوهرية فى عالم الكيمياء.

حوالى 8700 قبل الميلاد (ق . م)
استخدم النحاس فى الحضارات القديمة، وذلك لصنع الأسلحة فى المقام الأول. واستفاد قدماء المصريين لأقصى درجة من مقاومة النحاس للتآكل فصنعوا مسامير وأربطة لبناء السفن ومواسير نحاسية لحمل الماء.

حوالى 4000 ق . م
أول استخدام للحديد فى الحضارات القديمة فى العراق ومصر لصنع أسنة الرماح وأسلحة أخرى. وقد أدخلت أشغال الحديد إلى أوروبا حوالى عام 1000 ق.م.

حوالى 3000 ق . م
يصنع الزجاج فى مصر عن طريق خلط الرمل والصودا والجير. وتعطى إضافة أكاسيد الفلزات للخليط لونا للزجاج ويستخدم المصريون أيضًا البرونز وهو أشابة من القصدير والنحاس فى ذلك الوقت.

600 ق . م
يقترح الفيلسوف الصينى لاو . تزو أن المادة تتكون من خمسة عناصر: الماء والفلز والأرض والخشب والنار . وقوى «ين» و«يانج».

500 ق . م
يستخدم النحاس الأصفر وهو أشابة من الزنك والنحاس على نطاق واسع فى روما القديمة.

حوالى 460 ق . م
مولد الفيلسوف الإغريقى ديمقريطس الذى رأى (مستخدمًا أفكار أستاذه ليوسيبس) أن المادة توجد على هيئة جسيمات وهو أساس النظرية الذرية.

حوالى 450 ق . م
يعلن الفيلسوف الإغريقى امبيلوكليز أن المادة كلها تتكون من العناصر الأربعة: التراب والهواء والنار والماء. وفيما بعد تؤيد هذه النظرية وتطور من قبل أرسطو. وهذا المفهوم يؤثر أيضًا على تطور الخيمياء.



أمبيدوكليز

حوالى 105م
يخترع الورق فى الصين عن طريق خلط القنب ولحاء شجر التوت وخرق القماش بالماء. ولا تنشأ صناعة الورق الأوروبية إلا فى حوالى عام 1150.

673م
«النيران الإغريقية» خليط من الكبريت والنفتا والجير من السلاح السرى للجنود الرومان. ويطلق السائل خلال سيفونات على السفن المعادية التى تنفجر مشتعلة على الفور.

850م
فى إسبانيا يبتكر مسلمو الأندلس شكلاً من الطلاء الكهربائى للنحاس محضرين النحاس النقى عن طريق إجراء تفاعلات بين أملاحه وبين الحديد.



«النيران الإغريقية» سلاح مميت فى معركة بحرية

1000م
يخترع الصينيون البارود. ويستخدم البارود . وهو خليط من نترات البوتاسيوم والفحم والكبريت . لصنع الألعاب النارية والإشارات المضيئة وفيما بعد الأسلحة المسماة «بالأسهم النارية».

حوالى 1000-1650م
عصر الخيمياء، يضع الخيميائيون أسس الدراسة العلمية كما نعرفها الآن وخصوصا الكيمياء.

1250م
يكتشف الخيميائى الألمانى ألبيرتوس ماجنوس الزرنيخ وهو شبه فلز بلورى هش لونه رمادى مثل الصلب.

1477م
يكتب الخيميائى الإنجليزى توماس نورتون حول أهمية التذوق والشم فى التحليل الكيميائى.

1540م
يصنف العالم الألمانى فاليريوم كورداس الأثير على أنه مخدر ويصنع الأثير من الكحول وحمض الكبريتيك.



المجهر (الميكروسكوب) المركب

1590م
يخترع صانع العدسات الهولندى زكارياس يانسن الميكروسكوب (المجهر) المركب (مجهر يحتوى على أكثر من عدسة).

1610م
ينشر العالم الفرنسى جان بيجان أول كتاب يتناول الكيمياء فقط.

1620م
يضع العالم البلجيكى يوهانس فان هلمونت المصطلح «غاز». وتشتق هذه الكلمة من الكلمة الفلمنكية التى تعنى فوضى.

1660م
يؤسس روبرت بويل الجمعية الملكية بلندن حيث تعقد جماعات من العلماء لقاءات منتظمة تدور حول موضوع معرفى مشترك عن طريق الدراسة التجريبية.

1748م
يستخدم السياسى والمخترع الأمريكى بنيامين فرانكلين مصطلح «بطارية» لأول مرة للإشارة إلى لوحين زجاجيين مشحونين.

1755م
يصبح الكيميائى الإسكتلندى جوزيف بلاك أول شخص يفصل ثانى أكسيد الكربون فى حالة نقية تمامًا.

1774م
يكتشف العالم الإنجليزى جوزيف بريستلى ما أسماه «هواء منقوص اللامحوب . الفلوجيستون». وسوف يسميه العالم الفرنسى أنطوان لافوازييه فيما بعد الأكسجين.

1775م
يكتشف جوزيف بريستلى حمض الهيدروكلوريك والكبريتيك.

1777م
يعرض أنطوان لافوازييه التى تقول بأن المركبات الكيميائية تتكون من أكثر من عنصر.

1792م
تؤسس أول جمعية مخصصة للكيمياء فى فيلادلفيا بولاية بنسلفانيا.

1796م

يخترع الطبيب ورائد الطب إدوارد جينر لقاحًا لمرض الجدرى. فيعطى للأشخاص تطعيمًا (حقنة) من فيروس جدرى البقر المرتبط به حتى يتسنى لهم بناء مناعة ضد الجدرى. ويطلق جينر على هذه العملية Vaccination المشتقة من الكلمة اللاتينية Vacca التى تعنى بقرة.



إدوارد جينر يطعم طفلاً

1805م

يثبت الكيميائى الفرنسى جوزيف جاى لوساك أن الماء مكون من جزئين من الهيدروجين إلى جزء واحد من الأكسجين حجمًا.

1808م

يقترح الكيميائى البريطانى جون دالتون النظرية الذرية العصرية معلنا أن كل المادة مصنوعة من ذرات وأن الذرات غير قابلة للانقسام وغير قابلة للفناء.

1809م

تظهر مصابيح إضاءة الشوارع التى تعمل بالغاز لأول مرة فى لندن بإنجلترا.

1827م

يخترع الإنجليزى جون ووكر أعواد الثقاب الفوسفورية. وتشتعل هذه الأعواد عند حكها بأى سطح كاشط.

1833م

يساعد العالم الإنجليزى مايكل فاراداى فى إثراء المعرفة المتعلقة بالكيمياء الكهربائية، فيدخل قوانين التحليل الكهربائى ويصوغ مصطلحات مثل قطب ومصعد ومهبط وأيون والكتروليت.

مصباح غازى

1839م

يبتكر الكيميائى والمخترع الويلزى وليام روبرت جروف أول خلية وقود تجمع بين الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الطاقة الكهربائية.

1848م

يبتدع العالم والمخترع اللورد كلفين مقياسه لدرجة الحرارة الذى يعرف درجة صفر كلفين على أنها الصفر المطلق وهى درجة الحرارة التى تقف عندها كل الحركة الجزيئية.

1850م

يخترع الكيميائى روبرت بنزن موقد بنزن واليوم لا يكتمل أى معمل علمى مدرسى إن لم يوجد فيه أحد هذه المواقد.

1856م

يبتكر المخترع الإنجليزى هنرى بيسمر محول بيسمر لإنتاج الصلب، وهى أول عملية لإنتاج الصلب على نطاق واسع بدون تكلفة باهظة.

1863م

يبتكر الكيميائى الفرنسى لويس باستور عملية البسترة.

1859م

ينشر العالم الروسى دمترى مندلييف أول جدول دورى للعناصر.

1869م

يكتشف عالم الأحياء السويدى فريدريش ميشلر النووين، المادة التى تعرف الآن باسم «دى. إن. إيه» (الحمض النووى الريبى منقوص الأكسجين).

موقد بنزن

1897م

يكتشف الفيزيائى الإنجليزى ج. ج. تومسون أن الإلكترونات جسيمات سالبة الشحنة ذات كتلة صغيرة جدًا. مما يضع علامة بارزة على اكتشاف الجسيمات دون الذرية أى الوحدات البنائية الأساسية للمادة.

1898م

تكتشف العالمة البولندية المولد مارى كورى وزوجها الفرنسى بيير الراديوم والبولونيوم وهما عنصران نشطان إشعاعيًا. وقد قضت مارى وبيير حياتهما المهنية فى دراسة ما أسمته مارى النشاط الإشعاعى.

1909م

يصمم الكيميائى الدنماركى سورين سورينسون مقياس الرقم الهيدروجينى PH لقياس درجة الحمضية.

1910م

يكمل المخترع الأمريكى توماس أديسون المركم «الحاشدة المختزنة» القلوى على النحو الأمثل وقد كلف ذلك أديسون ثمانى سنوات ومليون دولار.

1911م

تصبح مارى كورى أول من يحصل على جائزتى نوبل بفوزها بجائزة الكيمياء إلى جانب جائزة الفيزياء التى سبق أن حصلت عليها.

1951م

يستطيع العلماء أن يشاهدوا الذرات المنفردة لأول مرة باستخدام مجهر المجال الأيونى.



شريط «دى. إن. إيه»

1951م

تكتشف العالمة البريطانية روزالند فرانكلين شكل الحمض النووى «دى. إن. إيه». ويعمل عدد من الفرق العلمية على دراسة الـ «دى. إن. ايه» فى نفس الوقت ولكن صور فرانكلين الفوتوغرافية غير العادية المعتمدة على الأشعة السينية لـ «دى. إن. إيه» تساعد العلماء على فهم شكل اللولب المزدوج الخاص به.

1961م

تكتشف البوليمرات الفائقة المقاومة للحرارة؛ وتخترع شرائح السيليكون فى نفس الوقت.

1962م

تنشر الكاتبة الأمريكية ريتشيل كارسون «الربيع الصامت» فتكشف مخاطر مبيد الـ «د. د. ت» وتزعزع إيمان الناس بالتكنولوجيا وتنبه إلى تأثيرها على البيئة.

1970م

يصمم العالم روالد هوفمان البولندى المولد القواعد التى تحدد المواضع المحتملة للإلكترونات حول النواة.

1985م

انطلاق مشروع الجينوم البشرى على يد وزارة الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية وهدفه المعلن هو التعرف على كل الجينات الموجودة فى الحمض النووى البشرى «دى. إن. إيه».

1986م

أول تجربة طبية لجلد تخليقى يسمى انتيجرا يستخدم لتوفير جلد لزراعته لضحايا الحروق.

1987م

تبتكر شركة يابانية مادة بلاستيكية ذات «ذاكرة»، يمكن فى درجات الحرارة المنخفضة ليها وتشكيلها ولكن عندما يتم تسخينها تعود إلى شكلها الأصلى.

2001م

يكشف الباحثون عن تتابع الجينوم البشرى؛ وسوف يتطلب فهم وظائف كل الجينات الموجودة فى التتابع المزيد من الأبحاث لسنوات طويلة.

2003م

تهدف اتفاقية للأمم المتحدة تعرف باسم بروتوكول كارتاجينا للمزيد من الشفافية والتحكم فى التجارة العالمية للمحاصيل المعدلة جينيًا.

2004م

تصبح «الكيمياء الخضراء» صناعة نامية كرد فعل للخسائر البيئية الناتجة عن الثورة الكيميائية. والفكرة الأساسية من ورائها تكمن فى اعتبار مصمم المادة الكيميائية مسئولاً عن أخذ ما سوف يحدث للعالم عند إطلاق المادة الكيميائية بعين الاعتبار.

اكتشــف المزيــد



يمكن القول أن الكيمياء تشكل – أكثر من أى علم آخر – جزءًا مهمًا من حياتنا اليومية. فمن وعاء الحبوب المحلاة (صناعة الغذاء) الذى يتناوله الأطفال فى الصباح إلى الوسادة التى ننام عليها فى المساء (أنسجة القماش المخلَّقة)، نجد أن الكيمياء تحيط بمختلف جوانب حياتنا بصفة دائمة.

وفيما يلى ذكر لبعض السوائل التى يمكنك من خلالها اكتشاف المزيد عن الكيمياء. إن زيارةً إلى معمل الكيمياء فى إحدى الجامعات، أو لمتحف العلوم أو لمركز للعلوم ستسمح لك بتعلم المزيد عن الكيمياء بصورة عملية. ولعل أفضل الأساليب لتعلم الكيمياء يكمن فى محاولة تنفيذ مشروع علمى أو فى الالتحاق بأحد صفوف تعليم الكيمياء أو ورشة عمل فى أحد المراكز العلمية. كذلك، فإن بعض المراكز العلمية توفر للأطفال أندية علمية يمكن أن تكون بمثابة مصدر إلهام وتعليم أيضًا لهم.

القيــام بتجــربــة علميــة

يجب علينا ألا ننتظر حتى ينعقد معرض للعلوم كى نقوم بتجربة كيميائية رائعة، مثل هذا «البركان» الثائر. بل يمكنك البحث على الإنترنت أو فى المكتبة عن دليل خاص بالمشاريع الكيميائية. ولن يتطلب الأمر منك استخدام أدوات أو مواد كيميائية خاصة – فمعظم المشاريع تستخدم مواد متوفرة بالقرب من منازلنا. وكما هو الحال مع أى تجربة علمية، فإن الأمر سيتطلب إشراف شخص بالغ على المشروع الذى تقوم به كى يتأكد من سلامتك.



يتوهج الزجاج المصهور بالحرارة

تشكل الأداة قاعدة الزهرية

زيارة إلى أحد معامل نفخ الزجاج

مع تعلم القدماء كيفية التحكم فى النار، فقد شرعوا فى إجراء التجارب الكيميائية، مما أدى لاكتشافهم كيفية صهر الرمل والصودا لتكوين الزجاج، وكيفية إضافة الأكاسيد لتلوينه. هذا، ويعمل نافخو الزجاج العصريون فى الغالب بالأسلوب ذاته الذى اتبعه الحرفيون القدماء.



يــوم فــى المتحــف

هل يمكنك أن تحدد الفرق بين موقد بنزن وفرن بسمر؟ إن زيارة واحدة تقوم بها إلى متحف العلوم أو مركز للعلوم ستساعدك فى الإجابة على هذا السؤال. ويمكن القول أنك سترى فى المتحف أمثلة للكثير من الأدوات والأجهزة العلمية الموجودة فى هذا الكتاب، كما ستعرف المزيد من المعلومات حول الرجال والنساء الذين كانت لهم ابتكاراتهم فى مجال الكيمياء. هذا، وقد تم تصميم الكثير من مراكز العلوم بحيث يتمكن الزوار من إجراء التجارب الكيميائية بأسلوب مرح ومشوق.



كيميــاء المطبــخ

إن مطبخك هو معمل كيميائى متنكر. فالطهى – بدايةً من خبز الكعك إلى صنع عجينة البيتزا باستخدام الخميرة – هو ممارسة فعلية للكيمياء. وعليك عندما تقوم بالطهى محاولة اكتشاف مبادئ الكيمياء التى يتم تطبيقها بصورة عملية.

مواقع إلكترونية مفيدة بالإنترنت:

يضم هذا الموقع ألعابًا ومواد مسلية ذات علاقة بالكيمياء مخصصة للأطفال. وهو خاص بالجمعية الكيميائية الأمريكية.

www.chemistry.org

يتناول هذا الموقع أسس الكيمياء بأسلوب ملائم للأطفال.

www.chem4kids.com

يعرض هذا الموقع الموضوعات الكيميائية بأسلوب رائع، كما يضم مشاريع وألعابًا جذابة.

www.chemmybear.com

قم بطهى بعض الوصفات الكيميائية فى مطبخ حقيقى أو افتراضى.

www.pbskids.org/zoom.games/kitchenchemistry/

القيام بجولة فى معمل للكيمياء

تتيح الكثير من الكليات والجامعات (وبعض الصناعات القائمة على الكيمياء) جولات لمعاملها الكيميائية للمجموعات المدرسية يصحبها خلالها مرشد من طرفها، وذلك كجزء من برامجها الموجهة للمجتمع. وقد يكون فى استطاعتك رؤية معمل فعلى على أرض الواقع. علاوةً على هذا، تتيح بعض الجولات الفرصة لإجراء التجارب العلمية باستخدام الأدوات المعملية الرائعة. اطلب من معلمك أن يساعدك فى إيجاد برنامج من هذا النوع بالقرب منك أو بكلية على مقربة منك مباشرةً واسأل عن الأيام «المفتوحة» القادمة التى توفرها للزيارة.



ينتظر المراقب النتائج



تجعل المواد الكيميائية الصورة تظهر

الكيمياء فى الغرفة المظلمة

انضم لإحدى ورش العمل الخاص بالتصوير الفوتوغرافى أو اسأل مدرس الرسم فى مدرستك إذا كانت هناك صفوف دراسية متخصصة فى التصوير الفوتوغرافى. إن التعرف على كيمياء التصوير الفوتوغرافى وطباعة الصور الخاصة بك من الممكن أن يكون أمرًا ساحرًا ورائعًا أيضًا.



إن توثيق ما تقوم به من عمل هو جزء أساسى فى ممارسة الكيمياء



موقد بـنـزن

الالتحاق بصف الكيمياء

إذا كنت مهتمًا بالكيمياء، فيمكنك القيام بالتجارب العملية واكتشاف عجائب الكيمياء من خلال صف الكيمياء فى مدرستك. كما يمكنك الانضمام إلى ورشة عمل أو معسكر للكيمياء. هذا، وتتيح الكثير من المراكز العلمية والجامعات مجموعة متنوعة من الدورات التدريبية لكيميائيى المستقبل الصغار، والتى تمتد من جلسات تعقد فى يوم واحد إلى ورش عمل ذات ساعات عمل أطول. ابحث عبر الإنترنت للعثور على ناد أو ورشة عمل للكيمياء بالقرب منك.



الهـيـلـيـوم والمـنـاطـيـد



إعـادة تـدويـر البلاسـتـيـك



الكيمياء فى الكهف

إن التكوينات الرائعة التى ستراها إذا قمت بجولة فى أحد الكهوف الواقعة تحت الأرض (مثل هذا الكهف الموجود فى اليونان) هى نتيجة عملِ الكيمياء. فتكوينات الكهوف تتكون عند مرور الماء عبر التربة الواقعة فوق الكهوف ثاقبةً كميات ضئيلة من الحجر الجيرى فى أثناء ترشحها إلى الأسفل. ومع تقطر هذه المياه ببطء خلال سقف الكهف، تتبخر قطرات المياه الصغيرة تاركة خلفها كميات صغيرة من الحجر الجيرى على سقف الكهف والأرضية. وعلى مدار ملايين السنين، تتكون تكوينات الكهوف - جسيمًا تلو الآخر.

المصطلحات

الاختزال: أى عملية تضاف فيها الإلكترونات إلى ذرة أو أيون.

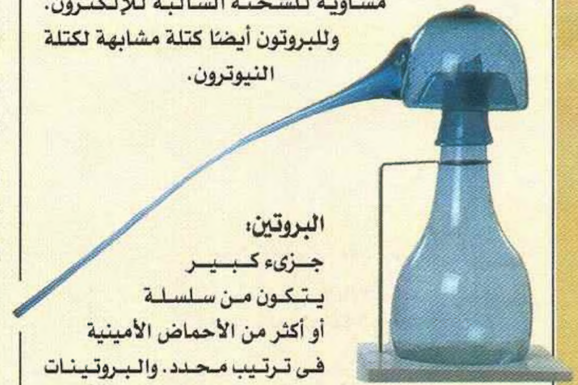
الأملاح: مركبات يمكن أن تتكون عن طريق استبدال أيون هيدروجين أو أكثر من حمض بأيون موجب آخر.

الإنبيق: وعاء يستخدم للتقطير.

الأنزيم: بروتين يعمل كمادة حفازة، فيسرع معدل التفاعل الكيميائى.

البخار: معلق من جسيمات مادة ما فى الهواء.

البروتون: أحد الجسيمات الأساسية التى تكون الذرة. ويوجد البروتون فى النواة وله شحنة موجبة مساوية للشحنة السالبة للإلكترون. وللبروتون أيضًا كتلة مشابهة لكتلة النيوترون.



البروتين: جزىء كبير يتكون من سلسلة أو أكثر من الأحماض الأمينية فى ترتيب محدد. والبروتينات ضرورية لتركيب الخلايا والأنسجة والأعضاء وقيامها بوظائفها وتنظيمها.

الإنبيق

البلاستيك: اسم عام للمواد المخلقة أو نصف المخلقة التى يمكن أن تتشكل عن طريق القولبة أو البثق فتنتج أشياء مثل الأفلام أو الخيوط أو تستخدم لصنع الطلاء.

البولى إيثيلين: إحدى المواد البلاستيكية وهو مصنوع من الإيثيلين ويستخدم فى صنع أكياس القمامة وزجاجات اللبن وزجاجات الشامبو وأغلفة الكابلات إضافة إلى أشياء أخرى.

التأكسد: العملية الكيميائية التى يتم فيها اتحاد الأكسجين بعنصر أو مركب وعلى سبيل المثال تأكسد الحديد ليكون الصدأ.

التحليل الكهربائى: عملية تكسير مركب كيميائى إلى عناصره عن طريق إمرار تيار كهربائى مستمر خلاله، فعلى سبيل المثال ينتج التحليل الكهربائى للماء الهيدروجين والأكسجين.

التخليق: عملية تجميع أجزاء معًا ليتكون كل جديد، وتعد هذه العملية فى الكيمياء تكوين المركبات من عناصر أبسط منها.

التركيب الجزيئى: الترتيب ثلاثى الأبعاد للذرات فى الجزىء.

التفاعل الكيميائى: أى تغيير يؤدى إلى إحداث اختلاف فى خواص مادة، أو إلى تكوين مادة جديدة.

التقطير: عملية تسخين سائل حتى درجة غليانه ثم تكثيف البخار بالتبريد وتجميع السائل المكثف فى وعاء منفصل.

الجدول الدورى: لوحة تبين كل العناصر مرتبة فى أعمدة، حيث يضم كل عمود عناصر تتشابه خواصها الكيميائية.

الجزىء: مجموعة من ذرتين أو أكثر تتماسك بواسطة الروابط الكيميائية، وهى أصغر وحدة لمركب تظهر فيها خواص هذا المركب.

الجسيم: كيان مجهرى ذو كتلة وشحنة محددتين.

الحمض: مادة كيميائية غنية بالهيدروجين تتفاعل مع الفلزات لتكوين الأملاح ومع أكاسيد الفلزات والقواعد لتكوين ملح وماء. وللأحماض طعم حمضى مميز، وهى تحول لون ورق عباد الشمس إلى الأحمر ويقل رقمها الهيدروجين عن 7 .

الحمض النووى «دى. إن. إيه»: (الحمض النووى الريبى منقوص الأكسجين) الجزىء المسئول عن حمل المعلومات الوراثية اللازمة لتنظيم وتشغيل معظم الخلايا الحية والمسئول عن التحكم فى وراثة الصفات والمميزات.

الخلاصة: منقوع أو محلول يتكون عن طريق نقع أو غمر مادة ما، عادة فى الماء.

الخيمياء: من ممارسات العصور الوسطى وعصر النهضة السابقة للكيمياء العصرية. والخيمياء هى محاولة اكتشاف مفتاح تحويل المواد الكيميائية. وأساس الخيمياء هو النظرية القائلة بأن كل المادة تتكون من تجمعات مختلفة من أربعة عناصر أساسية: الهواء والماء والتراب والنار.

دورة الكربون: التبادل المستمر الذى يتحرك الكربون بمقتضاه فى الغلاف الحيوى؛ وعملية تحويل ثانى أكسيد الكربون إلى كربوهيدرات عن طريق التمثيل الضوئى ثم عودته إلى الغلاف الجوى عن طريق أيض الحيوانات وتحللها.

الذرة: أصغر مكونات العنصر التى يمكن أن توجد وحدها أو متحدة مع غيرها وتتكون الذرة من سحابة إلكترونية ونواة مركزية.



بالونات الهليوم

الرابطة: القوة التى تمسك بالذرات معًا فى الجزىء. وعندما تتشارك ذرتان فى الإلكترونات أو عندما تعير ذرة إلكترون أو أكثر لذرة أخرى فإن الذرتين تتصلان برابطة كيميائية.

الرابطة الأيونية: رابطة كيميائية بين أيونين تنتج من قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة والأيونات السالبة.

الرابطة التساهمية: رابطة بين ذرتين تتكون باشتراكهما فى زوج من الإلكترونات.

الزيوت العطرية: زيوت فعالة ذات رائحة قوية تستخلص من النباتات عن طريق التقطير أو التبخير أو العصر.

السبيكة: خليط يحتوى على فلزين أو أكثر، عادة ما يصهران معًا أو يذاب كل منهما فى الآخر وهما سائلان.

الصدأ: غطاء أحمر أو بنى من الأكسيد الهش يتكون على الحديد أو أشابته. ويتكون الصدأ نتيجة للتعرض للهواء أو الرطوبة أو لمواد كيميائية.

صبغة عباد الشمس: مادة أرجوانية اللون يتم الحصول عليها من الأشنة (من الفطريات). ويستخدم صبغة عباد الشمس مع الورق لصنع ورق عباد الشمس. ويتحول لون هذا الورق إلى الأزرق فى المحاليل القلوية وإلى الأحمر فى المحاليل الحمضية، مما يجعل منه كاشفًا حمضيًا -قاعديًا تقريبيًا.

العضوى: المتصل أو المنتمى إلى فئة من المركبات الكيميائية التى تحتوى على الكربون.

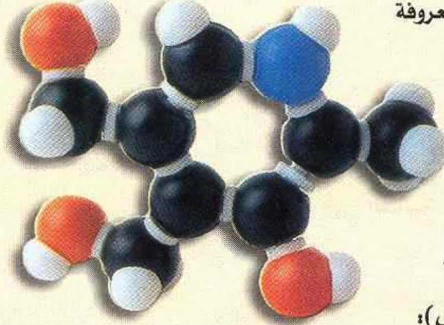


شرائح من ورق عباد الشمس

علم المعادن: علم دراسة الفلزات واستخلاصها من خاماتها الموجودة فى الطبيعة وإعدادها للاستخدام العملى.

العمود الفلطائى: بطارية بسيطة تتكون من خلايا متصلة على التوالى وقد صمم المخترع الإيطالى أليساندرو فولطا العمود الفلطائى.

العنصر: أحد المواد المعروفة التى تزيد عن مائة مادة (منها 92 توجد بصورة طبيعية) لا يمكن فصلها إلى مواد أبسط منها وهى التى تتكون أو تصنع منها كل المادة.



جـزيء

الغاز الخامل (النبيل): واحد من مجموعة من الغازات النادرة (الهليوم والزينون والأرجون وغيرها) التى تتسم باستقرار شديد ومعدلات تفاعل بالغة الانخفاض. ويطلق على الغازات الخاملة أيضًا اسم الغازات النبيلة.

غير قابل للذوبان: تعبير عن مادة ما لا يمكنها أن تذوب فى سائل.

غير المتفاعل: لا يظهر أى بوادر للتفاعل الكيميائى.

الفلز: واحد من عدة عناصر كيميائية عادة ما تكون مواد صلبة لامعة يمكنها أن توصل الحرارة والكهرباء ويمكن تشكيلها بسهولة على هيئة ألواح.

قابل للذوبان: يمكنه أن يذوب فى مادة أخرى.

قابل للطرق: يمكن تشكيله بواسطة الطرق أو الكبس أو التشكيل أو الثنى.

القاعدة: أى من المركبات المتعددة التى تذوب فى الماء وتحول لون ورقة عباد الشمس إلى الأزرق وتتفاعل مع حمض لتكون ملحًا وماء ورقمها الهيدروجين يتراوح ما بين 7 إلى 14 .

القلوى: وصف للماء أو التربة التى تحتوى على كمية كبيرة من المواد القلوية (أملاح مختلفة قابلة للذوبان). وعلى وجه العموم فإن هذه الكلمة تشير إلى أى مادة رقمها الهيدروجينى يزيد على 7. والقواعد قلوية دائمًا على حسب تعريفها.

الكثافة: النسبة بين كتلة مادة ما والحجم الذى تشغله فإذا كان لجسمين نفس الحجم فسوف يكون وزن الجسم المصنوع من المادة الأكثر كثافة أكبر.

الكيمياء: علم المادة: وهو فرع العلوم الطبيعية الذى يتناول تركيب المواد وخواصها وتفاعلاتها.

الكيمياء الحيوية: العلم الذى يدرس كيمياء الكائنات الحية وتشمل البشر.

المادة الحفازة: مادة تسرّع معدل التفاعل الكيميائى بدون أن تستهلك فى التفاعل.

المادة الكيميائية: عنصر (على سبيل المثال الكلور) أو مركب (على سبيل المثال بيكربونات الصوديوم) ناتج عن تفاعل كيميائى.

المتفاعل: القابل للتفاعل بسرعة أو بنشاط شديد أو غير المستقر عند تعرضه للصدمة أو للحرارة.

محلل المعادن: شخص يقوم باختبار أو تقدير المحتوى الفلزى فى المعادن.

المحلول: خليط متجانس من مادتين أو أكثر، غالبًا (ولكن ليس دائمًا) ما يكون سائلاً.



وهج النيون يضىء الليل

المركب: مادة متكونة من اتحاد عنصرين أو أكثر أو من مكونات بنسب محددة بالوزن.

المزيج المعلق: خليط جسيمات دقيقة فى سائل.

المستحلب: معلق من قطيرات من أحد السوائل فى سائل آخر (مثل الزيت فى الماء). ولا يتحد السائلان بل يعلق كل منهما فى الآخر.

المطر الحمضى: تساقط (أمطار أو ثلج أو ضباب) يحتوى على كميات ضارة من حمض النتريك والكبريتيك اللذين تكونا فى الأصل من أكاسيد النتروجين والكبريت التى تنطلق إلى الجو عندما يحرق الوقود الحفرى.

المطياف: جهاز علمى يقسم الضوء إلى الأطوال الموجية التى يتكون منها لإجراء القياسات.



ملح مشتق من النحاس

مقياس الرقم الهيدروجينى: مقياس يستخدم لقياس الحموضة. ويتراوح هذا المقياس بين 1 و14 بحيث يميز الرقم 7 المحاليل المتعادلة.

الموصل: أى مادة تنقل الكهرباء أو الحرارة بسهولة.

موقد بنزن: موقد غازى يستخدم فى المعامل وهو مزود بصمام هوائى لكى ينظم خليط الغاز والهواء.

النايلون: أول نسيج مخلق صناعيًا بالكامل. ويشتهر النايلون بقوته الشديدة ومرونته الممتازة.

النواة: مركز الذرة عالى الكثافة ذو الشحنة الموجبة.

النيوترون: أحد الجسيمات الأساسية التى تتكون منها الذرة. وكتلة النيوترون تساوى تقريبًا كتلة البروتون ولكن ليس للنيوترون شحنة كهربائية.

النيون: عنصر غازى خامل لا لون له. وتصنع لمبات إضاءة النيون من أنابيب زجاجية مفرغة تملأ بغاز النيون بضغط منخفض.

الهليوم: ثانى العناصر من حيث خفة الوزن ومن حيث توافره وهو عبارة عن غاز تتكون نواة ذرته من بروتونين ونيوترونين.



العمود الفلطائى

الكشاف



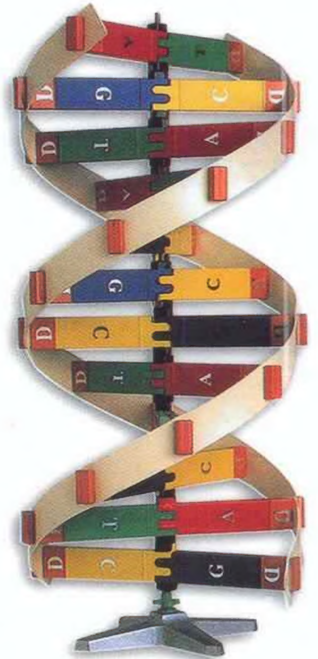





الكيميـاء




بين يديك كتاب يستحثك على قراءته لما فيه من معلومات غزيرة عن عالم الكيمياء الرائع. عرض بالصور الملونة للأدوات الأصلية كما استخدمها مبتكروها. نماذج ثلاثية الأبعاد، وتجارب تفسر الكثير من الأشياء الغامضة. ستقرأ عن الاكتشافات التى غيرت أسلوب حياتنا، من الكيمياء القديمة وحتى التكنولوجيا الحديثة.

شاهد

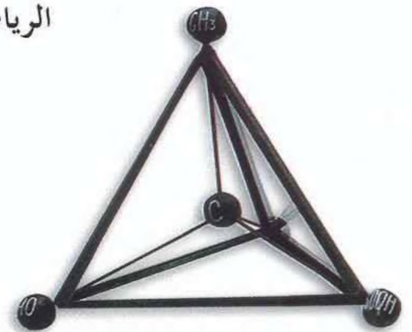
كيف حنط قدماء المصريين الجثث • كيف يزيل المحول الحفاز الملوثات • كيف تتكون الصورة الفوتوغرافية • كيف يعمل المصباح الكهربائى ولافتات النيون • كيف يبتكر الكيميائيون الأطعمة الجديدة وكيف يختبرونها • كيف يؤثر سم الثعبان فى ضحيته.

تعلم

ما سبب ثقوب طبقة الأوزون • لماذا خيوط العنكبوت أقوى من الصلب • لماذا الليمون حامض • لماذا تشتعل بعض المعادن فى الماء • كيف يصنع البلاستيك.

اكتشف

كيف يستطيع العلماء كشف غموض الجرائم المعقدة • سبب «تأثير الصوبة الزجاجية» • كيف تشتعل الألعاب النارية، وكيف تنفجر مادة «تى. إن. تى» • ما هو الحمض النووى • لماذا ترهقك التمرينات الرياضية • كيف تستخدم الكيماويات كأسلحة قاتلة • لماذا تتغير ألوان الزهور أحياناً • كيف نهضم الطعام.

وغير ذلك الكثير والكثير





عصير الكتب
www.ibtesama.com/vb
منتدى مجلة الإبتسامة